

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

2017

Bc. Veronika Gieslová

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Využití metody Kaizen a její aplikace ve výrobě

Utilization of Kaizen Method and Its Application  
in the Production

Student:

Bc. Veronika Gieslová

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Veronika Gieslová**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 10 Technologický management  
Téma: **Využití metody Kaizen a její aplikace ve výrobě**  
**Utilization of Kaizen Method and Its Application in the Production**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika zadané problematiky.
2. Analýza současného stavu.
3. Vyhodnocení analýzy a identifikace požadavků.
4. Návrhy řešení a jejich komplexní posouzení.
5. Celkové zhodnocení a přínos pro podnik.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: ÚNMZ, 2011. 40 s.  
JIRÁSEK, J. A. *Štíhlá výroba*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 80-7169-394-4.  
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě. Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. 2000. 313 s. ISBN 80-902235-6-7.  
SCHULTE, CH. *Logistika*. Praha : Victoria Publishing, a.s., 1994. 301 s. ISBN 80-85605-87-2.

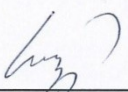
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.**


Konzultant diplomové práce: Ing. Vítězslav Nahodil

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017

  
Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a uvedla jsem všechny použité zdroje a literaturu.

V Ostravě 15.5.2017


*Grieslová*

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB - TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB - TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 15.5.2014

  
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Veronika Gieslová

Adresa trvalého pobytu autora práce: Dolní Studénky 97, okres Šumperk

# **Anotace diplomové práce**

GIESLOVÁ, V. *Využití metody Kaizen a její aplikace ve výrobě: diplomová práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2017, 67 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Cílem diplomové práce je úspěšné zavedení metody Kaizen ve výrobě, což obnáší analyzování výrobních časů cyklu, pracovních postupů a celého procesu výroby. Jedním z důvodů zavedení metody Kaizen je zvýšení produktivity výrobní linky a zamezit tak nákupu další výrobní linky. První část diplomové práce je teoretická a obsahuje všechny nezbytné informace použité v práci. Druhá část práce je praktická a zaměřuje se na analýzu současného stavu výrobní linky. Na základě získaných informací budou navržena řešení vedoucí ke zlepšení výrobní linky.

## **Annotation of master thesis**

GIESLOVÁ, V. *Utilization of Kaizen Method and Its Application in the Production: Master Thesis.* Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2017, 67 p. Thesis head: Schindlerová, V.

The aim of master thesis is the successful introduction of the Kaizen method in production, which involves analyzing production cycle times, workflows and the entire production process. One of the reasons to implement the Kaizen method is to increase productivity of production line and to avoid purchasing next production line. The first part of master thesis is theoretical and contains all necessary information used in thesis. The second part of the thesis is practical and aims to analyze of the current status of the production line. Based on gathered information solutions will be suggested to improve the production line.

## Obsah

Seznam použitých výrazů a zkratk.....	9
Úvod.....	10
1 Obecná charakteristika zadané problematiky .....	11
1.1 Kaizen .....	11
1.1.1 Gemba Kaizen.....	11
1.1.2 Pravidla filozofie Kaizen .....	12
1.1.3 Kaizen versus inovace .....	13
1.2 Muda neboli plýtvání .....	13
1.3 Metody postupného zlepšování.....	15
1.3.1 Total Quality Control.....	15
1.3.2 5x Proč .....	16
1.3.3 Demingův cyklus .....	17
1.3.4 Cyklus DMAIC.....	19
1.3.5 Metoda 5S.....	19
1.3.6 Paretova analýza .....	21
1.3.7 Právě včas (JIT) .....	22
1.4 Další důležité pojmy .....	22
2 Analýza současného stavu .....	24
2.1 Společnost Batz Czech s.r.o. ....	24
2.1.1 Historie.....	24
2.1.2 Batz Group .....	25
2.1.3 Výrobní program.....	25
2.1.4 Pedálové sety .....	26
2.1.5 Budoucnost společnosti .....	29
2.2 Současný stav .....	29
2.2.1 Proces výroby .....	29
2.2.2 Yamazumi diagramy .....	38
2.2.3 Čas cyklu a doba taktu .....	39
2.2.4 Layout .....	40
3 Vyhodnocení analýzy a identifikace požadavků .....	42
3.1 Objem výroby.....	42
3.2 Operátoři .....	43
3.3 CPM analýza .....	43

4	Návrhy řešení a jejich komplexní posouzení.....	48
4.1	Počet operátorů.....	48
4.1.1	Teoretický počet operátorů .....	48
4.1.2	Návrh řešení počtu operátorů.....	49
4.2	Balancování linky.....	50
4.2.1	Analýza pracovních kroků .....	50
4.2.2	Analýza yamazumi diagramů .....	52
4.2.3	Návrh variant .....	53
4.3	Změna layoutu výrobní linky .....	56
4.3.1	Návrhy layoutu .....	56
4.3.2	Mock-up.....	56
4.3.3	Finální verze nového layoutu.....	57
4.4	Zavedení metod Kaizen.....	58
4.4.1	PDCA cyklus ve firmě .....	58
4.4.2	Zavedení metody 5S .....	59
5	Celkové zhodnocení a přínos pro podnik .....	60
5.1	Před a po Kaizenu .....	60
5.2	Ušetřené náklady.....	61
5.3	Zhodnocení.....	61
	Závěr .....	62
	Poděkování.....	63
	Seznam použitých zdrojů.....	64
	Seznam doporučené odborné literatury .....	65
	Seznam tabulek .....	66
	Seznam obrázků.....	66
	Seznam příloh .....	67



## Seznam použitých výrazů a zkratek

Zkratka	Význam v originále	Význam česky
AT	Automatic transmission	Automatická převodovka
BMW	Bayerische Motoren Werke	Bavorské Motorové Závody
CMC	Clutch master cylinder	Spojkový hlavní válec
CPM	Critical Path Method	Metoda kritické cesty
CR		Celkové rezervy
DMAIC	Define-Measure-Analyze-Improve-Control	Definovat-měřit-analyzovat-zlepšovat-řídit
JIT	Just in time	Právě včas
JUS		Jednoúčelový stroj
KC		Kritická cesta
LHD	Left hand drive	Levostranné řízení
MT	Manual transmission	Manuální převodovka
OCS	Over center spring	Přes středová pružina
PDCA	Plan-Do-Check-Act	Plánuj-realizuj-prověř-proved'
RHD	Right hand drive	Pravostranné řízení
RS	Return spring	Vratná pružina
TQC	Total Quality Control	Absolutní kontrola kvality
UKL	Untere Klasse	Nížší třída

Zkratka	Význam v originále	Význam česky	Jednotka
CT	Cycle time	Čas cyklu	[s]
OEE	Overall equipment effectiveness	Celková efektivnost zařízení	[%]
T <sub>E</sub>	Time earliest	Nejdříve možný termín	[d]
T <sub>L</sub>	Time latest	Nejpozději přípustný termín	[d]
TT	Takt time	Doba taktu	[s]

## Úvod

Vesmír. V našem světě probíhají změny neustále. Vše je v pohybu, vše se rozpíná a vše se tvaruje. Většiny změn si ani nevšimneme, některé trvají tisíce let, jiné ještě déle. Tyto změny jsou pro živé tvory tak nepatrné, že je žádný z nich ani nevnímá. Přirozeně se na ně adaptují jak lidé, tak i zvířata v průběhu generací a právě přizpůsobení těmto změnám nám zaručuje přežití. Pak jsou změny náhlé, nastávající a trvající několik minut nebo hodin. Tyto změny málokterý živý organismus přežije – pokud na ně není dostatečně připraven. Jedná se o živelné katastrofy, které přichází náhle a bez varování. I samotná Země je neustále bombardována změnami – změnami klimatu, teplot, atmosféry, atd. Změny se dějí pořád.

Změna – slovo, které bude na následujících stránkách skloňováno ve všech pádech. Lidé ale nemají rádi změny, neradi vystupují ze své komfortní zóny. Proč něco měnit, když vše funguje tak, jak má? Změna je často chápána jako něco nepřírozeného, složitého a náročného. Jen málo lidí změny bere pozitivně a jen hrstka v nich vidí nové možnosti a cesty ke svým cílům. Proto je nutné změny zavádět pomalu, v malých dávkách, a tím pádem s menším odporem lidí. Postupně si lidé na tyto malé změny navyknou a nebudou je ani vnímat. Změny jsou nutné a to neustále. Nikdy bychom neměli být spokojeni se stávajícím stavem, jelikož začneme stagnovat a zakrníme. Vždy je co vylepšovat.

Cílem diplomové práce je zavést filozofii Kaizen v podniku Batz Czech s.r.o. a změnit stav konkrétní výrobní linky k lepšímu, což obnáší především snížení výrobního času cyklu a také snížení počtu operátorů na lince. Nejdříve bude provedena analýza stávajícího stavu, následně budou vyhodnoceny požadavky a nakonec navrženy způsoby, jak stav linky vylepšit.

# 1 Obecná charakteristika zadané problematiky

Na úvod teoretické části diplomové práce bude představeno a vysvětleno několik pojmů, které se týkají filozofie Kaizen. Bude vysvětlen význam Gemba Kaizen, rozdílný pohled na řízení firem na západě a na východě a budou taktéž vysvětlena pravidla, která musí být ve výrobní společnosti dodržována, chce-li společnost metodu Kaizen ve svém podniku zavést.

## 1.1 Kaizen

Výraz Kaizen pochází z Japonska. *Kai* znamená v doslovném překladu *změna* a *zen* se překládá jako *k lepšimu*. Jedná se o filozofii, která se zaměřuje především na vedení firem. Byla prvně použita po 2. světové válce v japonských firmách. Podstatou této filozofie je neustálé zlepšování po malých krůčcích, které nejsou příliš radikální; radikální změny totiž většinou vedou k nespokojenosti lidí ve firmě – obecně totiž nikdo nemá rád velké změny. Tento systém myšlení je v Japonsku hluboce zakořeněný a to jak u manažerů, tak i u dělníků. Pro japonského zaměstnance je důležitá kvalita a nikoliv zisk, ta je také řazena na první místo v cílech firmy. Zisk se totiž objeví s kvalitou sám. [1]

Kaizen je dnes velice důležitým systémem ve vedení firem a používá se ve všech vyspělých státech světa. Pokud nějaká firma zavádí Kaizen ve svém podniku, musí především nenásilně změnit myšlení svých zaměstnanců, optimalizovat pracovní postupy, snížit plýtvání na pracovišti, odstranit zmetkovitost atd. Ovšem nejdůležitějším principem je, že do těchto změn budou zapojeni všichni zaměstnanci. Jedním z hesel Kaizenu je to, že probíhá vždy, všude a všemi.

Masaaki Imai v knize Kaizen [1] píše, že Kaizen vyžaduje taktéž jiný druh vedení. Manažer by měl mít osobní zkušenosti a přesvědčení, nejde zde jen o autoritu a někoho, kdo sedí u stolu a všechno to od shora řídí. Manažeři musí mít rovněž dobré vztahy s dělníky, nebát se s dělníky mluvit o jejich práci a být jim oporou. Všichni zaměstnanci by měli táhnout za jeden provaz, pečovat o společnou věc a sdílet své zkušenosti s těmi méně zkušenými. O tom všem je Kaizen.

### 1.1.1 Gemba Kaizen

Gemba je japonský termín, který znamená skutečné místo. Místo, kde se něco děje. Gemba je místo, kde probíhají aktivity, které přidávají výslednému výrobku hodnotu.

Ve výrobním prostředí se tedy jedná o pracoviště, provoz, dílnu nebo třeba výrobní linku. Rozhodně se nejedná o pracovní stůl manažera podniku. Od stolu se totiž nedá nic zlepšovat. A především od stolu nejdou vidět problémy, které se vyskytují ve výrobě. Gemba je místo, kde jsou nedostatky vidět. A když se manažeri zaměří na Gemba, objeví nové příležitosti, jak svému podniku přinést ještě větší úspěchy a zisky. [2]

Spousta manažerů ovšem dává přednost spíše své kanceláři a o tom, co se děje v provozu mnoho neví. Nejlepší zlepšovací metodou tedy je, když manažer jde od svého stolu do výrobního prostředí a pozoruje práci zaměstnanců, ale třeba i strojů a taktéž pozoruje vyráběný produkt od začátku až do konce jeho procesu. Hledá místa, kde dochází k plýtvání, chybám a problémům a tedy místa, kde by bylo možné něco zlepšit. Pro tuto činnost se vžil výraz Gemba walk neboli Gemba procházka. Jen při Gemba procházce může dojít ke skutečnému a pravdivému vidění stavu věcí. Zde platí pět důležitých pravidel řízení pracoviště: [2, 3]

- Objeví-li se problém, ze všeho nejdříve běžte na Gemba.
- Zkontrolujte Gembutsu (japonské slovo znamenající skutečnou věc, tedy hmotné věci na pracovišti, například nástroje, stroje, materiál).
- Ihned na místě musí být provedena alespoň dočasná protipatření.
- Najděte původní příčinu problému, třeba pomocí metody 5x Proč.
- Zaveďte standard, aby se již problém nemohl opakovat.

### **1.1.2 Pravidla filozofie Kaizen**

Existuje spousta pravidel, kterými lze popsat či definovat Kaizen, mezi ta nejhlavnější pravidla filozofie Kaizen však patří [1]:

- Ochota vzdát se tradičního myšlení.
- Zamýšlet se nad věcmi jinak.
- Přemýšlet o tom, jak se dají věci uskutečnit.
- Nehledat důvody, proč něco nelze udělat.
- Řešit problémy společně s kolegy.
- Nevydávat na Kaizen, pokud to lze, žádné peněžní prostředky.
- Částečné řešení je lepší než úplné a dokonalé, které se nemusí uskutečnit.
- Kaizen probíhá neustále.

Když se zamyslíme nad těmito pravidly, některá z nich by se dala aplikovat i na samotný lidský život, proto lze filozofii Kaizen najít i v jiných odvětvích než je management a výroba.

### 1.1.3 Kaizen versus inovace

Kaizen a inovace – význam těchto dvou slov je velmi podobný. Inovace je obnova. Obě znamenají tedy v nepřesném překladu změnu k lepšímu. Avšak přeci jen se mezi nimi najdou rozdíly a to poměrně velké. Inovace je pojem, který se používá spíše v ekonomice západního světa, kdežto Kaizen je pojem, který je bližší východnímu světu Japonska a jeho způsobu myšlení.

Jak píše ve své knize Kaizen Masaaki Imai [1]: „Na světě existují dva způsoby, jak dosáhnout pokroku. Ten první je gradualistický přístup neboli přístup postupný a ten se uplatňuje v Japonsku, zatímco druhý je skokový přístup, což jsou ztělesněné inovace.“ Japonské firmy kladou silný důraz na Kaizen a slabý na inovace, kdežto v západním světě tomu je naopak. Dobrou zprávou je, že se Kaizen postupně dostává i do povědomí ekonomiky západního světa a stále více firem metodu Kaizen ve svých společnostech zavádí.

Tab. 1 Porovnání kaizen a inovací [1]

KAIZEN	INOVACE
Malé změny, které se dějí neustále.	Radikální změny v krátké době.
Malé změny = malé riziko.	Velké změny = velké riziko.
Zapojení všech zaměstnanců firmy.	Jen pro vyvolené pracovníky.
Malé investice.	Velké investice.
Informace jsou přístupné všem.	Informace ohledně inovace jsou chráněny.
Orientace na lidi a kvalitu.	Orientace na techniku a zisk.

## 1.2 Muda neboli plýtvání

Vše na světě, co je spojeno s výrobou nebo lidskou činností, obsahuje procesy, které výslednému produktu přidávají nebo nepřidávají hodnotu. A právě ty procesy, které hodnotu nepřidávají, jsou označovány slovem Muda. Muda se dá v nedokonalém překladu

přeložit jako plýtvání. Jak píše Miroslav Bauer ve své knize [4]: „*Když dokážeme objevit Muda, objevili jsme potenciální možnost zisku. Nebo se dá říci, že když dokážeme snížit Muda, snížíme i náklady na výrobu.*“

Muda je ovšem všude a nikdy jej nelze zcela odstranit, můžeme jej pouze minimalizovat. Jakmile se pustíme do konání nějaké užitečné činnosti, vždy budeme při jejím konání vytvářet i činnost neužitečnou. A čím déle a podrobněji proces budeme pozorovat, tím více si budeme Muda všímat a objevovat nová. Muda je nepřeborné množství, které se navíc neustále mění, avšak budeme-li chtít Muda nějakým způsobem rozčlenit, a sice na nejvíce časté druhy, se kterými se lze ve výrobě setkat, pak můžeme použít 7 druhů Muda. [4, 15]:

- **Čekání** – například na materiál, spouštění stroje, výměnu nástrojů, objednávku, rozhodnutí; to vše je ztráta času a čas to jsou peníze.
- **Zásoby** – obsazují výrobní plochy, zadržují peníze, prodlužují doby vyhledávání, vyžadují meziskladování a pohyb materiálu, mohou vést k poškozování četnými přepravami.
- **Transport** – ztráta času, navyšují se náklady, logistická náročnost, zvyšuje se možnost poškození, ztráta informací.
- **Zmetky** – další náklady na opravy, zdržení, dodatečný materiál a energie, prostory pro opravárenský úsek.
- **Chyby ve výrobě** – nesprávný nebo složitý výrobní postup nebo jeho zadání, nedostatečné využívání zařízení, nedostatečný pořádek a čistota.
- **Nadprodukce** – výroba na sklad nebo do zásoby, zastavuje tok peněz, vzniká z obavy nebo z chybného kalkulačního pohledu a nikoliv z nutnosti, plýtvání nadvýrobou se pozná nejnanejšeji.
- **Zbytečné pohyby** – ztráta času, zbytečně se zvyšuje únava pracovníka.

Cílem Kaizenu je nahradit Muda přidáváním hodnoty. Každý zaměstnanec by měl umět Muda vidět, rozeznat a nebát se jej řešit. Tím odstraníme i další druh plýtvání, který se někdy v literatuře objevuje společně s výše zmíněnými sedmi druhy, a sice nevyužití lidského potenciálu a tvořivosti. [5]

## **Muda, Mura, Muri**

Tato tři slova jsou často v Japonsku používána společně a označují se jako 3Mu. Mura znamená v překladu nepravidelnost a Muri znamená námahu nebo zátěž. Tato dvě slova tedy značí, že se objevil problém, jelikož cokoliv nepravidelného nebo namáhavého znamená potíže. Mura i Muri tedy představují Muda, které je nutno odstranit.

Mura – nepravidelnost; vzniká tehdy, pokud je narušena pravidelnost toku práce a to ať jde o stroj nebo o jeho obsluhu, plynutí výrobků na lince nebo plánu výroby, to vše je mura. Například trvá-li jednomu dělníkovi jeho daný úkon déle než jinému dělníkovi, vzniká mura a tím pádem i Muda. Práce všech se totiž musí přizpůsobit práci nejpomalejšího a to je plýtvání.

Muri – namáhavá práce; jedná se o namáhavé podmínky v pracovním procesu pro zaměstnance nebo i pro stroj a stejně tak i pro celý proces. Je-li například nový zaměstnanec nedostatečně proškolen, bude pro něj práce namáhavá a bude se pravděpodobně dopouštět i chyb. Bude tedy vznikat Muri i Muda zároveň. Další příklad například může být takový, že bude-li stroj vydávat při svém chodu divné zvuky, které by vydávat neměl, může to znamenat, že je přetěžován. I zde se bude jednat o Muri. [2]

### **1.3 Metody postupného zlepšování**

Na následujících řádcích bude představeno několik metod, jak dosáhnout postupného zlepšení ve výrobním podniku pomocí Kaizenu. Masaaki Imai píše [1]: *„Krásné na filozofii Kaizen je i to, že nepožaduje nezbytně dokonalé technické vybavení a nejmodernější stroje. Pro zavedení Kaizen postačí pouze několik jednoduchých technik.“*

Mezi tu nejhlavnější patří absolutní kontrola kvality neboli TQC (Total Quality Control). Mezi ty další velmi důležité způsoby, jak dosáhnout zavedení Kaizenu v podniku patří metoda 5x Proč, Demingův cyklus, cyklus DMAIC, metoda 5S, Paretova analýza a metoda JIT.

#### **1.3.1 Total Quality Control**

Total Quality Control neboli česky absolutní kontrola kvality (dále jen TQC) je způsob, jakým dosáhnout každodenního zlepšování v celém podniku. Nejde jen o kvalitu výsledného produktu, jak by se na první dojem mohlo zdát. Tím nejdůležitějším zájmem

pro TQC je kvalita lidí. Tam, kde jsou kvalitní lidé, jsou i kvalitní výsledky a tedy i produkty.

Chce-li mít podnik kvalitní lidi, musí jim zajistit pravidelná školení. Zaměstnanci musí vědět o čem všem je Kaizen, musí mít důvěru ve své nadřízené a nebát se s nimi řešit problémy ve výrobě. Lidé se musí naučit přemýšlet v termínech Kaizenu. Jedině tak dojde ke zkvalitnění zaměstnanců a přeměně firemní kultury. Definice TQC podle Masaaki Imai v jeho knize Kaizen je taková, že se jedná o systematický a statistický přístup coby manažerský nástroj za účelem dosažení Kaizenu. [1]

Kvalitou v TQC je myšleno zlepšení ve všech oblastech, které jsou níže vyjmenovány:

- Záruka jakosti.
- Snížení nákladů.
- Efektivita.
- Dodržování dodacích lhůt.
- Bezpečnost práce a další.

TQC také vede zaměstnance k tomu, aby se vraceli k procesům, které již proběhly, a hledali v nich problémy a jejich příčiny. Je to neustálá snaha po zdokonalení procesů a vyžaduje, aby si byl dotyčný zaměstnanec vědom toho, co vyplynulo z předchozího procesu. Tedy aby zaměstnanec našel a napravil chyby, které se v předchozím procesu vyskytly. Velice účinným nástrojem pro nalezení takových chyb je to, že se řešitel musí ptát *proč* a jak dodává Imai nikoli jednou, ale pětkrát. Tento nástroj se nazývá 5 Proč nebo také 5x Proč. [1]

### 1.3.2 5x Proč

5x Proč je velmi jednoduchou metodou k nalezení skutečné příčiny problému. Jak již bylo zmíněno v předchozím odstavci, člověk, který řeší nějaký problém (často například příčinu poruchy stroje, vady výrobku nebo úrazu na pracovišti), se musí ptát otázkami začínajícími prostým slovíčkem *proč*. A ne jednou nebo dvakrát, ale hned pětkrát.

Taiichi Ohno, bývalý viceprezident Toyota Motor, uvedl následující příklad. [1]

Otázka 1: *Proč se stroj zastavil?*

Odpověď 1: *Protože pojistka vyhořela kvůli přetížení.*

Otázka 2: *Proč došlo k přetížení?*



Odpověď 2: *Protože mazání ložisek nebylo dostatečné.*

Otázka 3: *Proč bylo mazání nedostatečné?*

Odpověď 3: *Protože pumpa s mazadlem správně nefungovala.*

Otázka 4: *Proč pumpa správně nefungovala?*

Odpověď 4: *Protože její náprava byla opotřebovaná.*

Otázka 5: *Proč byla náprava opotřebovaná?*

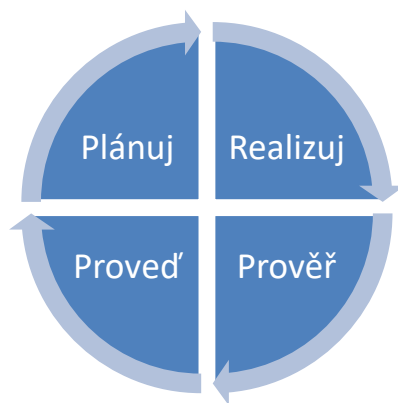
Odpověď 5: *Protože se do ní dostaly nečistoty.*

Samozřejmě bychom tímto způsobem mohli pokračovat i nadále, nicméně základní příčina problému byla nalezena. Teď už zbývá jediné, a sice odstranit příčinu závady stroje. Příčina bude odstraněna tak, že se přidá filtr do pumpy na mazadlo. Pokud by zaměstnanci nehledali příčiny problémů, tedy neptali se *proč*, došlo by pouze ke krátkodobému řešení výše zmíněného problému (například výměnou pojistky).

### 1.3.3 Demingův cyklus

Demingův cyklus neboli cyklus PDCA (plan-do-check-act) je základní metodou neustálého zlepšování. Jedná se o cyklus 4 činností, které jsou neustále opakovány. Jakmile dojde ke zdokonalení, cyklus se vrátí zpět na začátek a výsledek předešlého cyklu poslouží ke stanovení dalšího cíle zdokonalení. Cyklus PDCA znamená, že nemůžeme být nikdy spokojeni se stávajícím stavem. Touto metodou lze postupně docílit vyšší kvality výrobků, služeb nebo procesů. [2, 6]

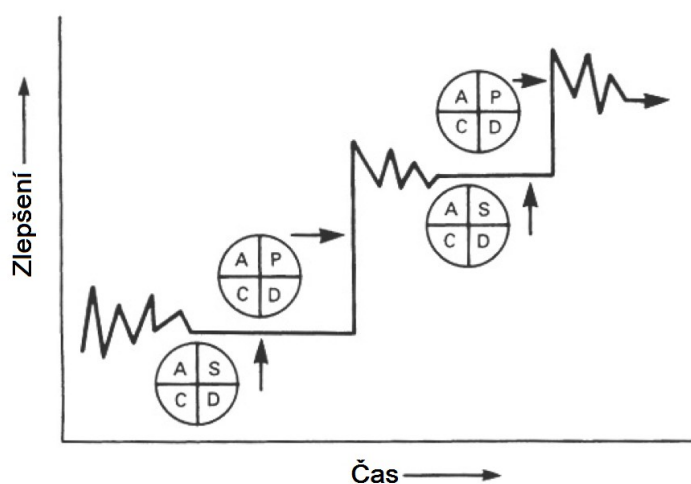
- **Plan – plánuj** – naplánování si zamýšleného cíle je prvním krokem k úspěchu, musíme si stanovit cíl i plán, který k cíli povede.
- **Do – realizuj** – tato fáze se týká samotné realizace svého plánu.
- **Check – prověř** – prověření si výsledku své práce s původním plánem a kontrola, zda realizace probíhá tak, jak bylo naplánováno.
- **Act – proved'** – provést úpravy plánu i jeho provedení na základě ověření, standardizovat nové postupy, aby bylo zabráněno možnosti návratu problému.



Obr. 1 Demingův cyklus

Zatímco samotný cyklus PDCA se týká zdokonalování, obdobný cyklus SDCA se týká údržby neboli udržení dosaženého zdokonalení. Krok *plánuj* je u tohoto cyklu nahrazen krokem *standardizuj* a to znamená, že každodenní činnosti v podniku fungují podle stanovených pravidel a plánů. Jestliže tato pravidla nebo plány formálně sepíšeme, stanou se z nich standardy.

Kdykoli dojde ve výrobě k nějakému problému, měl by manažer vyhledat příčinu tohoto problému, podniknout protipatření a změnit pracovní postup tak, aby se již daný problém nemohl dále vyskytnout. Právě to je v terminologii Kaizen cyklus SDCA (standardizuj-realizuj-prověř-proveď). Jakmile je vše pod kontrolou, další výzvou pro management je pozvednout stávající stav na vyšší úroveň – tedy provést cyklus PDCA. [2]

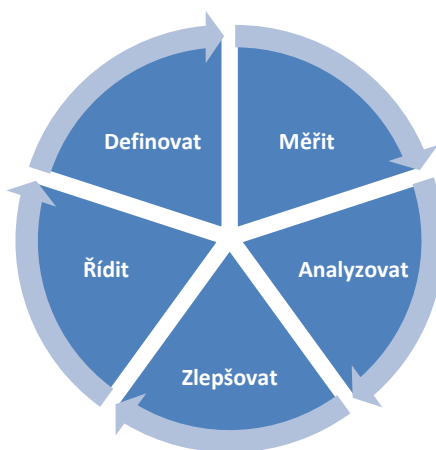


Obr. 2 Vztah mezi cykly

### 1.3.4 Cyklus DMAIC

Jedná se o zdokonalení Demingova cyklu a jde o velmi univerzální metodu postupného zlepšování. Stejně jako u Demingova cyklu i zde lze docílit vyšší kvality výrobků, služeb a procesů. Podle počátečních písmen v názvu cyklu popisuje tento cyklus 5 základních činností, které musí být provedeny, aby docházelo k neustálému zlepšování. [7]

- **Define – definovat** – definují se cíle, kterých chce podnik dosáhnout; popíše se, co konkrétně chce zlepšovat a jak toho chce dosáhnout, případně i v jakém časovém rozmezí.
- **Measure – měřit** – aby mohlo dojít ke srovnání minulého stavu se stavem budoucím, musí se provádět průběžná měření a to například počtu vad, výkonnosti či dobou taktu výrobní linky.
- **Analyze – analyzovat** – zjištěné skutečnosti je třeba řádně analyzovat, velmi důležité je zaměřit se právě na analýzu příčin nedostatků.
- **Improve – zlepšovat** – klíčová fáze cyklu, zde dochází ke zlepšení a to tak, že dojde k odstranění příčiny problému.
- **Control – řídit** – zlepšení je třeba v podniku zavést, standardizovat a udržet.



Obr. 3 Cyklus DMAIC

### 1.3.5 Metoda 5S

Je velmi důležitým prostředkem pro zavedení filozofie Kaizen v podniku. Jedná se o základ štihlé výroby. Metoda, jejímž cílem je udržení organizace, čistoty a výkonnosti na pracovišti. Cílem metody 5S je minimalizovat ztráty a chyby, ke kterým při výrobě

dochází například používáním špatného nástroje, hledání vhodného nástroje nebo materiálu, zbytečných kroků a pohybů rukou. Ve výsledku tak dojde ke zkrácení pracovních časů a tím i snížení nákladů na výrobu. Sestává z 5 japonských slov [8]:

- Seiri – Sortovat.
- Seiton – Setřídít.
- Seiso – Stále čistit.
- Seiketsu – Standardizovat.
- Shitsuke – Sebedisciplína.

**Seiri** – sortovat; někdy též volně překládáno jako vytřídit nebo separovat. Cílem je oddělit potřebné a nepotřebné věci na pracovišti. Důležité je, aby pracovník popřemýšlel o tom, zda danou věc potřebuje k práci anebo ne. Nástroje, které nejsou používány vůbec, by měl pracovník ze svého pracoviště úplně odstranit.

**Seiton** – setřídít; nebo taktéž uspořádat, srovnat či systematizovat. Umístit často používané věci tak, aby byly přehledné a byly ihned k dispozici. Nástroje, které používá pracovník často, by měly být v těsné blízkosti pracoviště například přímo na stole a pracovníkovi na očích. Nástroje, které jsou používané méně často, by neměly být přímo na stole, ale třeba uloženy v šuplíku nebo skřínce a pracovník by měl mít přehled o tom, kde tyto nástroje najít.

**Seiso** – stále čistit; někde lze najít překlad také jako uklízet nebo vyčistit. Jedná se o udržování čistoty a pořádku na pracovišti a jeho okolí. Je vhodné, aby každý jednotlivý pracovník po směně své místo uklidil a to tak, aby měl další pracovník opět přehled o tom, kde se který nástroj nachází. Důležitá je také čistota pracoviště. Na nečistém povrchu totiž může snadněji dojít k úrazu pracovníka, kdy například člověk může uklouznout na vylitém oleji apod.

**Seiketsu** – standardizovat nebo taktéž systematizovat; jde o určení pravidel na pracovišti, práce by měla být prováděna vždy stejným způsobem, ve stejném časovém rozsahu a se stejným výsledkem. Účelem standardizace je i určení pravidel čištění pracoviště nebo rozmístění strojů v hale.

**Shitsuke** – sebedisciplína; volně také překládáno jako dodržování. Disciplína, kontrola a dodržování všech předchozích S na pracovišti. Vedoucí pracovník by měl jít příkladem

všem ostatním, ale i další pracovníci by měli mít na paměti všechna pravidla, která musí být dodržována.

Nepřítomnost 5S v podniku znamená pro podnik obrovské ztráty, plýtvání, nevykonnost, nedostatek sebedisciplíny, špatnou kvalitu produktů, nízkou pracovní morálku, vysoké náklady a neschopnost plnit včasné dodávky. 5S představuje základ pro jakoukoliv společnost, která chce být uznávána v dnešním světě jako zodpovědný výrobce a která chce neustále rozšiřovat své pole působnosti.

### **1.3.6 Paretova analýza**

Paretova analýza nebo také ABC analýza je jednoduchým, ale velmi účinným nástrojem pro firmy, které se chtějí neustále vyvíjet a zlepšovat. Pomocí této analýzy si může firma stanovit priority v podnikání. Vychází z Paretova pravidla.

Paretovo pravidlo nebo také pravidlo 80/20 je pojmenováno podle Vilfreda Pareta, což byl italský ekonom a sociolog. Paretovo pravidlo by se dalo definovat tak, že 20 % příčin má za následek 80 % důsledků. A platí všude – v běžném i v tom pracovním životě. Co se týče firem, pak by se dalo pravidlo vysvětlit na následujících příkladech: [9]

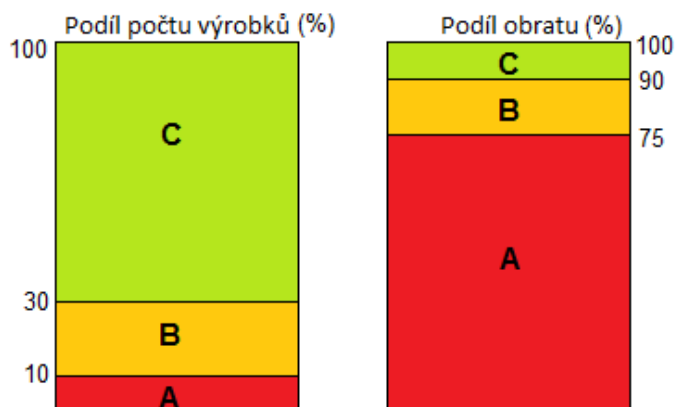
- 20 % zákazníků zajišťuje podniku 80 % příjmů.
- 20 % výrobků vytváří pro podnik 80 % zisku.
- 20 % možných příčin vytváří 80 % problémů ve firmě.

Toto pravidlo je důležité z hlediska rozhodování či plánování, díky němu se lze soustředit na oněch důležitých 20 %.

Samotná Paretova analýza se využívá tehdy, chce-li podnik například snížit náklady na výrobu, snížit zásoby nebo zvýšit kvalitu výrobků atd. Její princip spočívá v tom, že dojde k rozdělení položek (například produktů, zákazníků, různých jevů nebo jiných parametrů) do tří kategorií (A, B a C). V kategorii A jsou ty nejvýznamnější položky, v kategorii B jsou ty méně významné a v kategorii C jsou nevýznamné položky.

Budeme-li dělat například ABC analýzu výrobků, které přináší firmě nejvyšší zisky, a tedy které se firmě vyplatí nabízet, budeme postupovat tak, že do kategorie A zařadíme ty výrobky dotyčné firmy, které tvoří roční obrát 75 % celkového obrátu. Zjistíme, že takový obrát firmě zajišťuje pouhých 10 % druhů výrobků. Do kategorie B pak zařadíme výrobky, které přináší firmě 15 % celkového ročního obrátu, což je obvykle asi 20 %

druhů výrobků. A do kategorie C budou zařazeny zbylé výrobky, kterých je zhruba 70 % druhů avšak přináší firmě pouhých 10 % ročního obrátu. [10]



Obr. 4 ABC analýza

### 1.3.7 Právě včas (JIT)

Právě včas (anglicky Just in time, dále jen pod zkratkou JIT) je typ výrobního systému, který vznikl ve společnosti Toyota Motor Company. Cílem JIT je odstranit veškeré aktivity, které nepřidávají hodnotu a redukovat nadbytečné zásoby. Základní princip tohoto systému je takový, že od dodavatele budou dodávány polotovary, díly nebo materiál teprve v tom momentě, kdy budou v podniku potřeba. Nebo také, že bude vyroben jen takový objem produktů, který je právě nyní potřebný. Dobře zrealizovaný systém JIT podniku výrazně sníží náklady, zajistí včasné dodávky a zvýší zisky. [2]

## 1.4 Další důležité pojmy

V následující podkapitole budou vysvětleny pojmy jako je čas cyklu, doba taktu, celková efektivnost zařízení a celková doba operace. Podrobnějšími výpočty se bude zabývat až praktická část diplomové práce.

**Celková efektivnost zařízení** (dále jen pod zkratkou **OEE**) je klíčovým ukazatelem pro hodnocení efektivity výroby. Jeho hodnota se udává v procentech a ukazuje využití kapacity zařízení. Čím více se bude hodnota OEE blížit 100 %, tím více bude zařízení vyrábět efektivně a účinně. [11]

	Celkový plánovaný pracovní čas		
A	Plánovaný čas pro výrobu		Plánované prostoje
B	Skutečný čas výroby	Prostoje	
C	Očekávaný výkon		
D	Skutečný výkon	Ztráty rychlosti	
E	Očekávaná kvalita		
F	Skutečná kvalita	Ztráty kvality	

Obr. 5 Graficky znázorněné OEE

Výpočet OEE je pak následující:

$$OEE = \frac{B}{A} \cdot \frac{D}{C} \cdot \frac{F}{E} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

**Doba taktu** (anglicky takt time, zkratka **TT**) je teoretická hodnota doby, která je potřebná k vytvoření jednoho produktu. Udává rychlost, jakou by se mělo vyrábět, aby byla splněna poptávka. **Čas cyklu** (anglicky cycle time, zkratka **CT**) naproti tomu ukazuje reálnou tedy skutečnou hodnotu této doby, která uplyne mezi dvěma po sobě jdoucími kusy výrobků. Ve skutečnosti je totiž proces pomalejší právě kvůli různým problémům ve výrobě a nevyužitou efektivitou zařízení. Čas cyklu se tedy získá tak, že vynásobíme dobu taktu s OEE. [12]

$$CT = TT \cdot OEE \quad (2)$$

Z toho dobu taktu získáme z následujícího vztahu:

$$TT = \frac{\text{kapacita}}{\text{objem}} \quad (3)$$

Kapacita zde znamená dostupný výrobní čas (udává se v sekundách) a objem je počet kusů výrobků, které požaduje zákazník.

Důležitým pojmem je také **celková doba operace** (anglicky total manual operation time). Jedná se o čas, který je potřebný pro sestavení jednoho kusu výrobku tak, jak jdou jednotlivé díly za sebou, pro jednoho člověka neboli operátora. Vydělíme-li poté celkovou dobu operace dobou taktu, získáme teoretický počet operátorů pro danou výrobní linku.

$$\text{Počet operátorů} = \frac{\text{celková doba operace}}{\text{doba taktu}} \quad (4)$$

## **2 Analýza současného stavu**

Tato kapitola se bude zabývat konkrétní analýzou současného stavu výrobní linky BMW UKL ve společnosti Batz Czech s.r.o. V úvodu bude však popsána i samotná společnost Batz Czech s.r.o.

### **2.1 Společnost Batz Czech s.r.o.**

Na následujících odstavcích bude popsána společnost, ve které je metoda Kaizen již nějakou dobu zaváděna. Jedná se o společnost Batz Czech s.r.o., která sídlí ve Frýdlantě nad Ostravicí v České republice, a bude nastíněna její historie, výrobní program a budoucnost.

#### **2.1.1 Historie**

Společnost Batz Czech s.r.o. vznikla v roce 2006 a nachází se na okraji města Frýdlant nad Ostravicí v České republice. Vyrábí se zde zejména pedály a ruční brzdy. Svou produkci započala firma v roce 2007, ovšem až do roku 2008 neměla společnost žádnou výrobní halu. Do té doby spolupracovala se sousední firmou Lakum-KTL a.s. Firma Lakum-KTL a.s. vyráběla lisované díly a pracovníci v Batz Czech s.r.o. je montovali dohromady. První montážní linky byly tedy umístěny ve společnosti Lakum-KTL a.s. a jednalo se o výrobu zvedáků VW Tiguan a ručních brzd Suzuki.

Výrobní hala společnosti Batz Czech s.r.o. se začala budovat v roce 2008 nedaleko společnosti Lakum-KTL a.s. Roku 2009 byla výrobní hala dokončena a společnosti Lakum-KTL a.s. a Batz Czech s.r.o. se od sebe oddělily.

V současnosti zaměstnává společnost 125 lidí a má 10 montážních linek. Má zákazníky po celém světě a mezi ty nejhlavnější patří BMW, General Motors, Volkswagen nebo Suzuki. Tržby v roce 2013 byly 10,48 milionů eur a v roce 2016 již 20 milionů eur, což je ve srovnání s tím, že společnost působí na trhu jen krátce, úctyhodný výkon. [15]





Obr. 6 Batz Czech s.r.o.

### 2.1.2 Batz Group

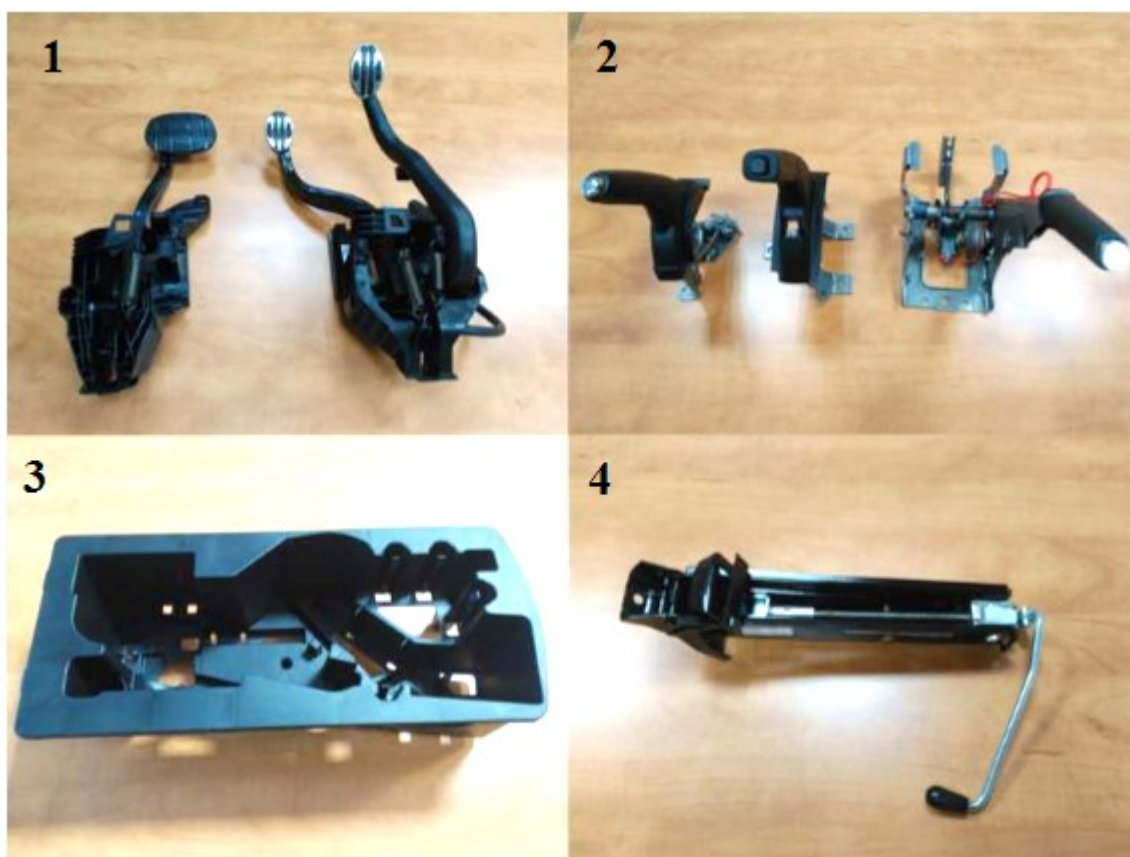
Batz Czech s.r.o. je součástí větší nadnárodní společnosti Batz Group, která má hlavní sídlo ve Španělsku a která vznikla v roce 1963. Batz Group vyrábí především automobilové systémy, součásti pro letecký průmysl a nově i podpory pro solární energii. Společnost Batz Group má více než 25 dceřinných společností po celém světě, z nichž některé se zabývají výrobou a jiné zase administrativou. Roční obrat společnosti se pohybuje ve výši 230 milionů eur. [15]

Jak již napovídá heslo společnosti „*BATZ searching the future*“ v překladu „*BATZ hledání budoucnosti*“, Batz se neustále snaží vyvíjet nové a nové technologie, zaměřuje se také na šetrnost k životnímu prostředí, výzkum materiálů a optimalizaci procesů.

### 2.1.3 Výrobní program

Výrobní program společnosti Batz Czech s.r.o. se zabývá čtyřmi základními produkty:

- 1) Pedálové sety
- 2) Ruční brzdy
- 3) Organizéry nářadí
- 4) Zvedáky na auta



Obr. 7 Sortiment společnosti Batz Czech s.r.o.

#### 2.1.4 Pedálové sety

Jelikož se diplomová práce bude zabývat pouze výrobou pedálů, a sice na konkrétní výrobní lince pro pedály BMW, budou tyto výrobky firmy Batz Czech s.r.o. rozebrány podrobněji. Pedály jsou vyráběny pro tyto zákazníky: BMW, General Motors, Volkswagen, Nissan a Renault. Pedály pro BMW tvoří polovinu všech vyráběných produktů ve firmě. Samotná výrobní linka na pedály pro BMW vyrábí ještě několik dalších druhů pedálů (uzpůsobila se na výrobu až 30 různých referencí), které se dělí podle toho, zda se jedná o automatické nebo manuální řízení automobilu a také podle toho, jestli je řízení na levé nebo pravé straně vozu. Dělení je uvedeno na obrázku (obr. 8):

Automaty	BMW Mini	levý
		pravý
	BMW Mini Sporty	levý
		pravý
	BMW	levý
		pravý
Manuály	BMW Mini	levý s RS pružinou
		levý s OCS pružinou
		pravý s RS pružinou
		pravý s OCS pružinou
	BMW Mini Sporty	levý s RS pružinou
		levý s OCS pružinou
		pravý s RS pružinou
		pravý s OCS pružinou
	BMW	levý s RS pružinou
		levý s OCS pružinou
		pravý s RS pružinou
		pravý s OCS pružinou

Obr. 8 Pedály vyráběné na BMW lince

Pedály se liší především v různém designu podložek na pedálech pro BMW Mini (celým názvem BMW Mini Cooper), BMW Mini Sporty nebo pro BMW (celým názvem BMW Active Tourer) a jinými typy pružin u manuálů. RS znamená *return spring* v překladu *vratná pružina* a OCS *over center spring* v překladu *přes středová pružina*. Rozdíl mezi těmito pružinami závisí na typu spojky a motoru vozidla.

BMW montuje do svých automobilů automatické a manuální převodovky. U automatických převodovek není potřeba mít na pedálu spojku, jelikož je převodovka ovládána automaticky pomocí rozvaděče, a u manuálů musí být ovládána ručně pomocí spojky.



**Obr. 9 Design podložek na pedály – AT (vlevo) a MT (vpravo), BMW, BMW Mini a BMW Mini Sporty (od shora dolů)**



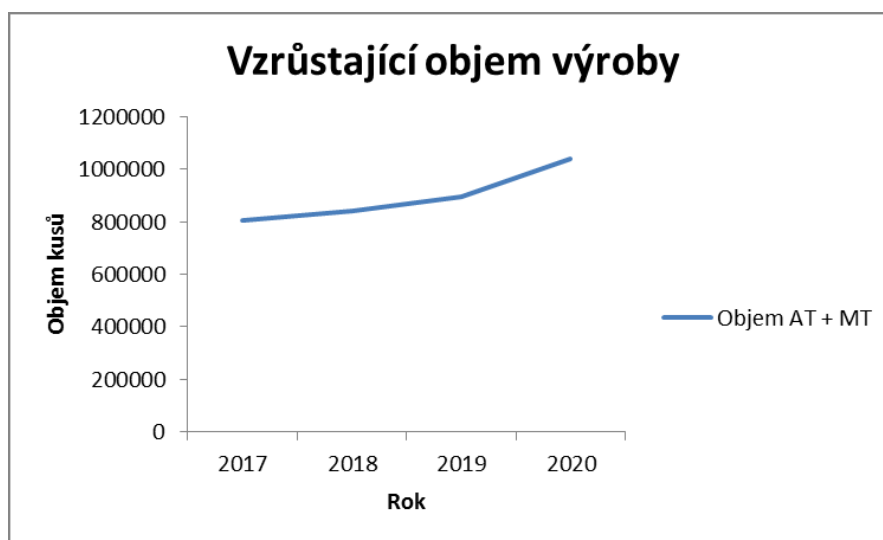
**Obr. 10 Umístění RS (vlevo) a OCS pružiny u spojky (vpravo)**



**Obr. 11 Rozdíl mezi manuálem (vlevo) a automatem (vpravo)**

### 2.1.5 Budoucnost společnosti

Do budoucnosti počítá společnost se vzrůstajícím objemem výroby. Zejména od společnosti BMW. V budoucnu bude více než 50 % produktů vyrobených v Batz Czech s.r.o. pro BMW. Společnost počítá v následujících letech s produkcí přesahující jeden milion kusů pedálů za rok pouze pro BMW UKL projekt. Zvyšující se objednávky od BMW byly také jedněmi z prvotních důvodů, proč se firma Batz Czech s.r.o. rozhodla pro zavedení metody Kaizen. Dalším důvodem pro zavedení metody Kaizen byla i snaha o snížení nákladů na výrobu a zkrácení výrobního času cyklu.



Obr. 12 Vzrůstající objem v budoucnosti

## 2.2 Současný stav

Nyní bude zanalyzován současný stav konkrétní výrobní linky ve firmě – tedy před zavedením metody Kaizen. Jedná se o výrobní linku pro pedály společnosti BMW. Z důvodu zvyšujících se požadavků zákazníka na počet vyrobených kusů, musí dojít na výrobní lince k vylepšení tak, aby byla linka schopna počet požadovaných kusů vyrobit. Pokud by se tak nestalo, bude muset firma investovat nemalé peníze do nákupu druhé montážní linky. Ta by firmu přišla na zhruba 300 000 euro.

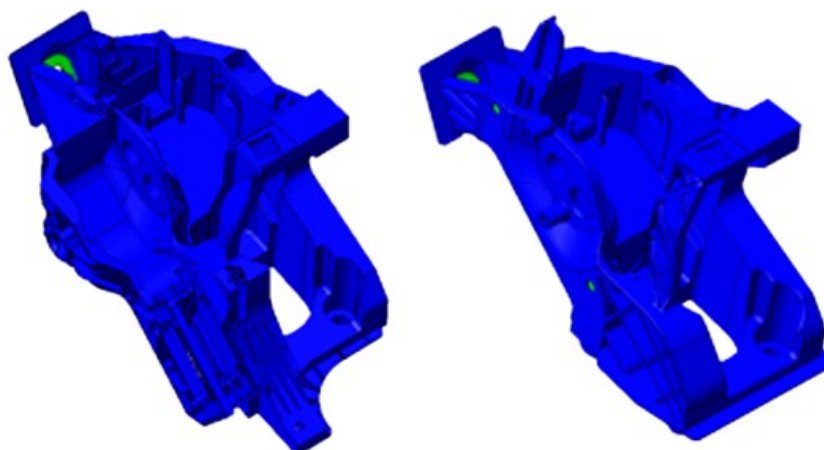
### 2.2.1 Proces výroby

Výrobní linka funguje pomocí pásového dopravníku, na kterém jsou transportní paletky. Ty slouží k transportu montovaných podsestav pedálových setů. Paletka obsahuje mimo jiné i čip, na který jsou v průběhu montáže zapisována data o jednotlivých



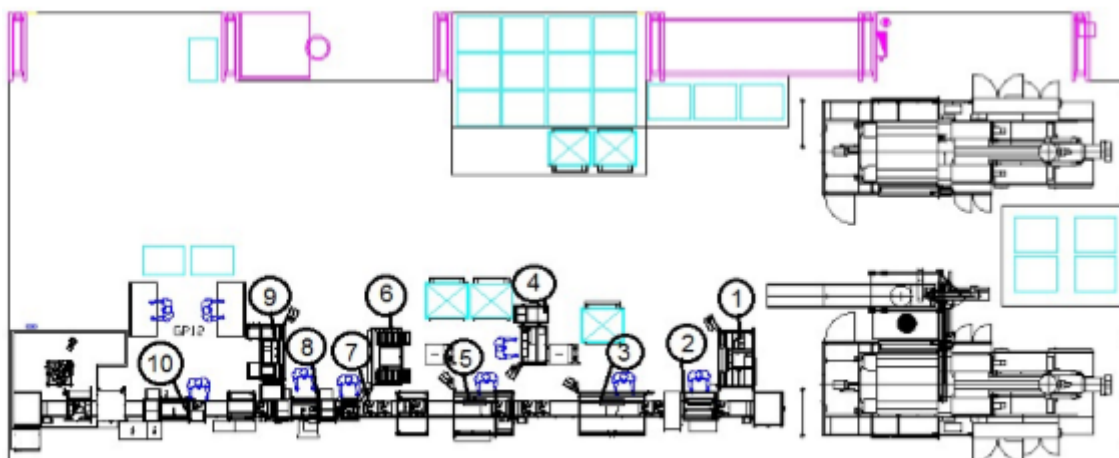
komponentech. Jakmile dojde k vyjmutí hotového výrobku na poslední stanici linky, paletka se pomocí výtahů a spodního dopravníku vrátí opět na začátek výrobní linky.

Dále výrobní linka obsahuje 2 vstřikovací stroje. Tyto stroje vyrábí tzv. brackety neboli česky konzole. Brackety jsou vyráběny z formy metodou vstřikování plastů. Jeden ze vstřikovacích strojů je spojen s linkou a pásovým dopravníkem. Dá se říct, že bracketa je to, do čeho budou v následujících sekundách osazovány jednotlivé komponenty pedálového setu.



Obr. 13 MT bracketa (vlevo) a AT bracketa (vpravo)

Jak může být vidět na obr. 14, na konci linky jsou tzv. GP12 operátoři. Jedná se o operátory, kteří kontrolují kvalitu hotových výrobků. U samotné linky se ovšem počet operátorů i operací mění právě s ohledem na fakt, který z požadovaných druhů pedálů se bude zrovna vyrábět. Čísla na obrázku 14 jsou označení jednotlivých stanic.



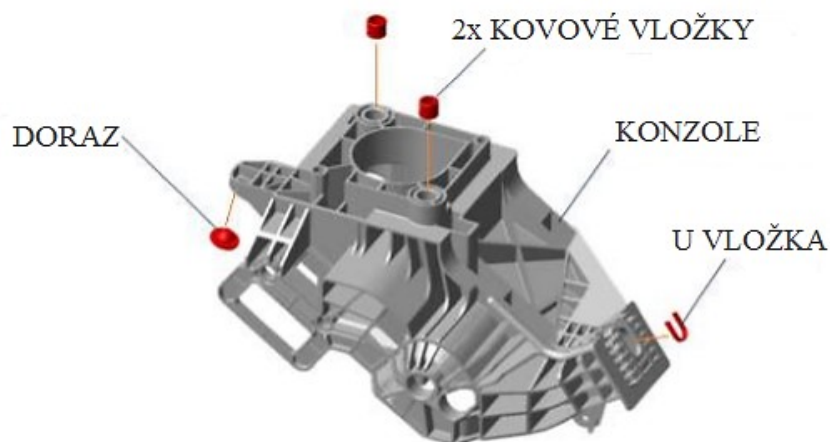
Obr. 14 Výrobní linka BMW UKL

## Výrobní proces manuálů pak vypadá následovně:

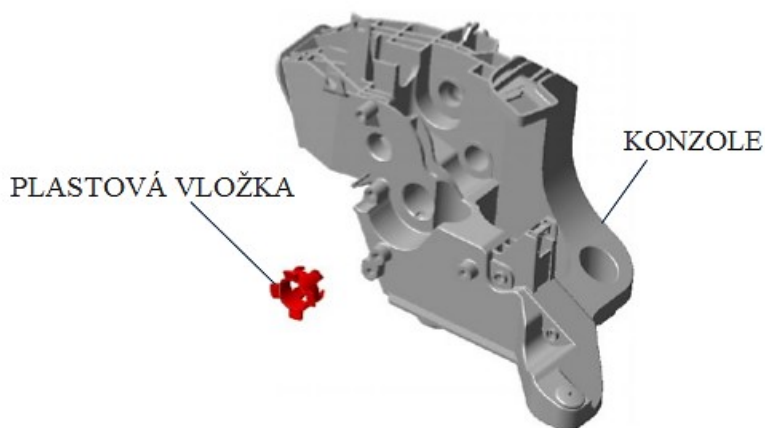
### Stanice 1

Na první stanici je prováděna předmontáž kovových vložek (2x cylindrical insert a 1x U insert) a gumového dorazu (bumper) do plastové konzole (bracket), která je dopravovaná ze vstřikolisu na pásovém dopravníku. První operátor zajišťuje vložení všech komponent do tzv. jednoúčelového stroje (dále jen JUS). JUS je následně provedena komplementace všech jednotlivých částí. Poté operátor založí hotový díl na transportní paletku montážní linky.

U MT RHD bude navíc založena do JUS a následně namontována ještě plastová vložka (clutch bushing).



Obr. 15 Stanice 1



Obr. 16 MT RHD

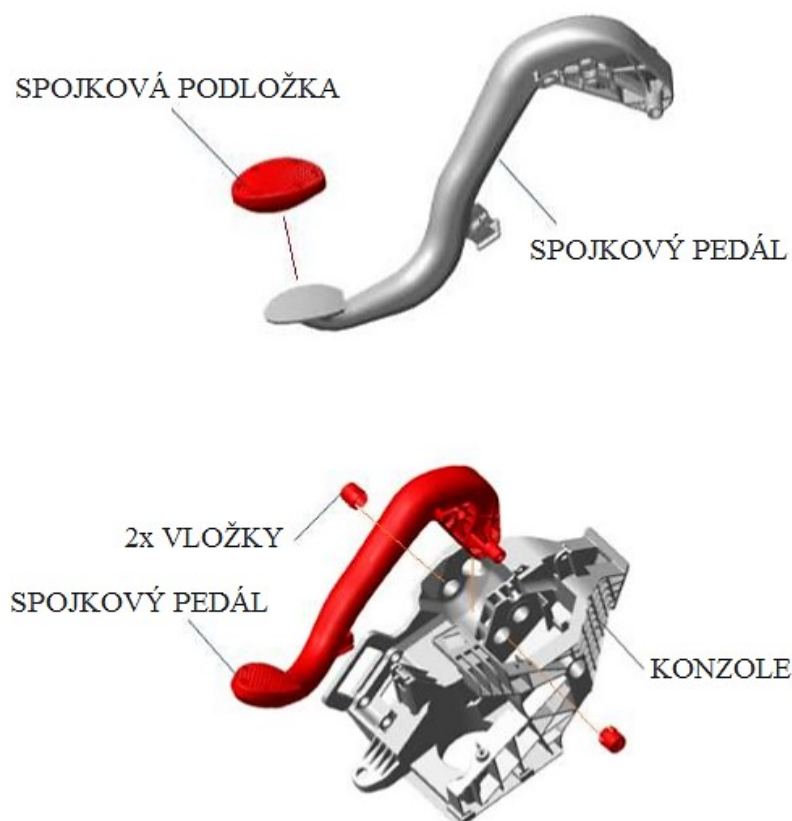
## Stanice 2

Na druhé stanici jsou komponenty z první stanice umístěny do sestavy. Obvykle pracuje jeden operátor na obou dvou stanicích – první a druhé. Ovšem pokud pracuje linka na 100 % své kapacity, pak má každá stanice svého operátora.

## Stanice 3

Na třetí stanici je montován spojkový pedál (clutch pedal) a spojková podložka (clutch pad). Předehrátá spojková podložka je založena do JUS, který ji rozevře. Poté operátor vyjme z boxu spojkový pedál, založí jej do spojkové podložky a uvolní rozevřenou podložku.

Operátor založí do JUS dva kusy plastových vložek (bushing), spojkový pedál, sestavu brackety a spustí JUS. JUS nadávkuje mazivo do vložek, zkontroluje přítomnost všech dílů a zalisuje vložky do brackety. Na této stanici normálně pracuje pouze jeden operátor, ovšem pokud je linka vytížená na 100 %, pak dělá jeden operátor podsestavu spojkového pedálu a druhý dává spojkový pedál do brackety.

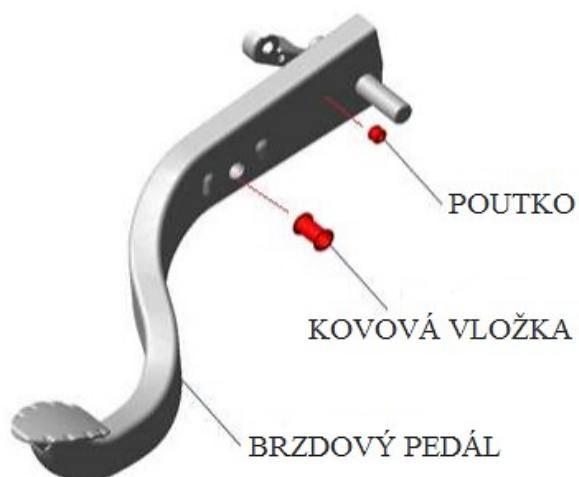


Obr. 17 Stanice 3



#### Stanice 4

Na čtvrté stanici je montován brzdový pedál. Operátor vyjme ze stroje hotový brzdový pedál a za pomoci ručního lisu jej zkompletuje s plastovým poutkem (grommet). Poté operátor vloží do příslušného otvoru v pedálu kovovou vložku (teflon bushing) a vloží takto připravený pedál do JUS.

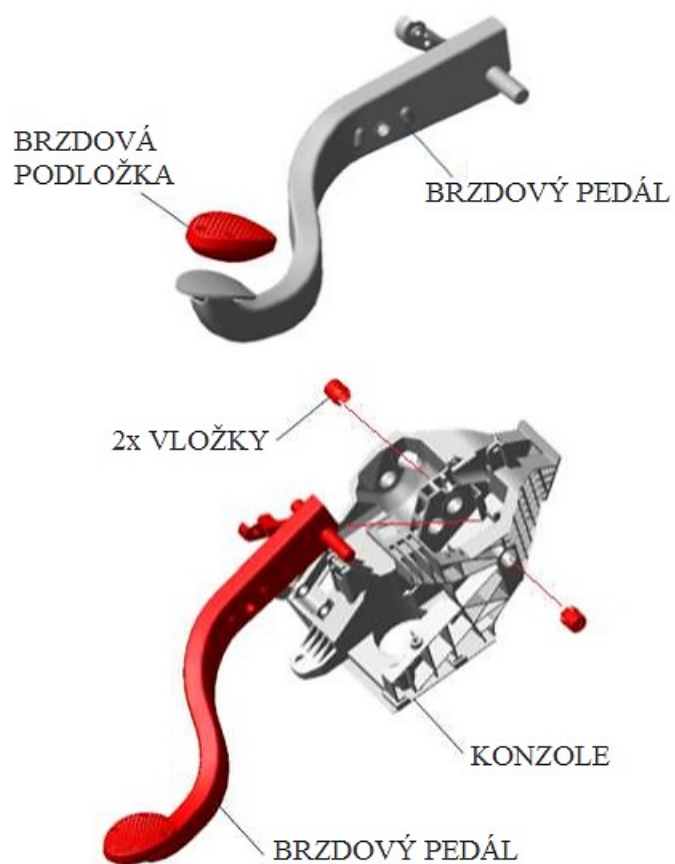


Obr. 18 Stanice 4

#### Stanice 5

V páté stanici je prováděna předmontáž brzdového pedálu (break pedal) a brzdové gumové podložky (break pad). Tato operace probíhá obdobně jako u montáže spojkového pedálu se spojkovou podložkou. Operátor dá předeřátou podložku do JUS k rozevření. Poté založí do rozevřené podložky brzdový pedál a uvolní rozevřený díl.

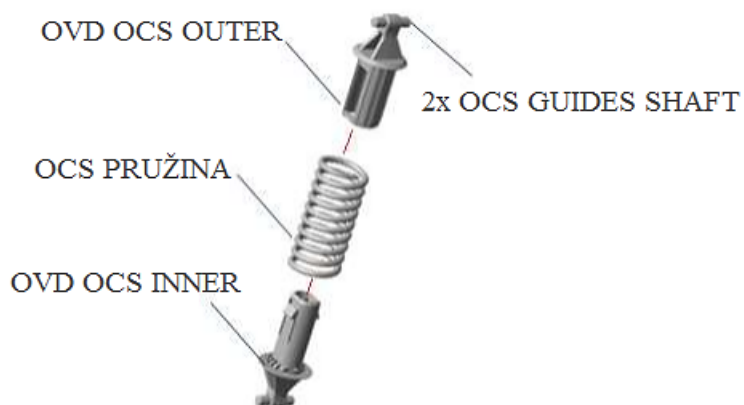
Následně operátor založí do JUS dva kusy plastových vložek (pedal bushing) a také sestavu brzdového pedálu a brackety. Dojde ke spuštění JUS, který nadávkuje mazivo do vložek a provede zalisování do plastové brackety. Stroj také zapíše informaci o správném provedení operace do čipu montážní paletky a tu poté odešle na další stanici. Na této stanici může pracovat podle její vytíženosti buď jeden, nebo dva operátoři.



Obr. 19 Stanice 5

## Stanice 6

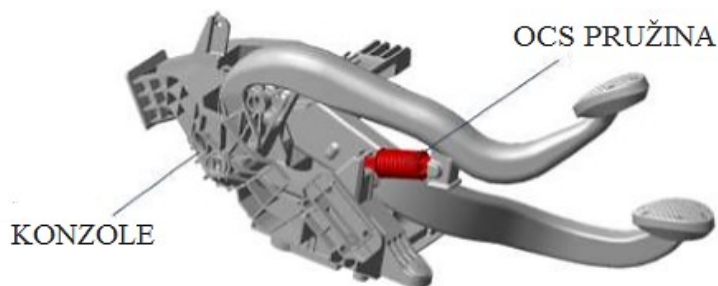
Na šesté stanici je sestavována OCS pružina. Operátor umístí nejprve do JUS díl OVD OCS inner guide, na tento díl založí pružinu (OC spring) a také OVD OCS outer guide. Operátor spustí JUS. Stroj provede namazání dílů OVD OCS outer guide a pružiny a díly zalisuje.



Obr. 20 Stanice 6

## Stanice 7

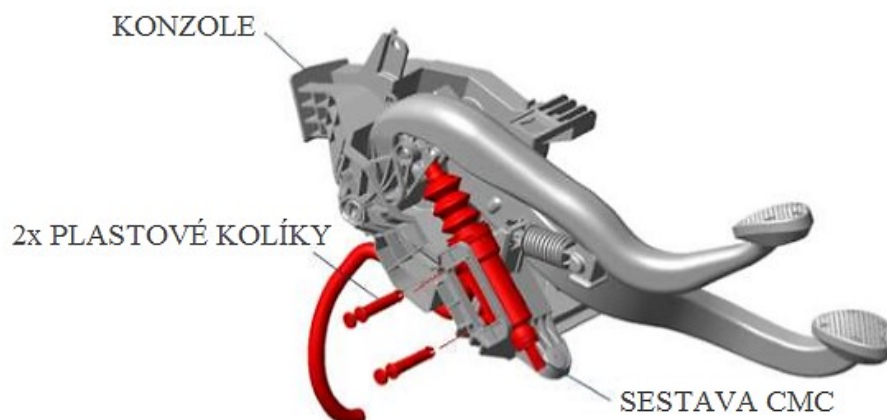
Na sedmé stanici je OCS pružina umístěna do celkové sestavy. Operátor OCS pružinu založí do spojkového pedálu a následně pomocí přípravku do plastové brackety. Pozn. některé druhy pedálů mají místo OCS pružiny RS pružinu. RS pružina je sestavována ve stanici 10.



Obr. 21 Stanice 7

## Stanice 8

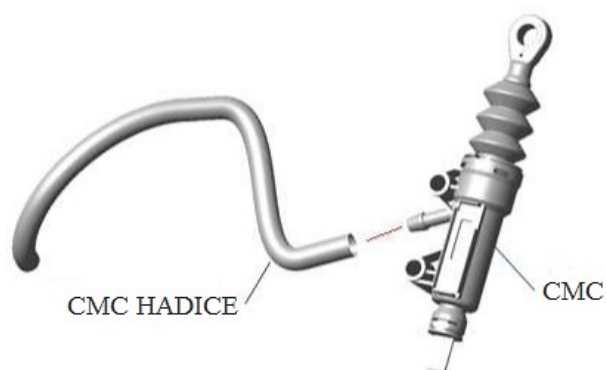
Operátor na této stanici vloží dva plastové kolíky (CMC bracket snap fit) do brackety spolu se sestavou spojkového válce. U verze RHD jsou místo kolíků šroubovány šrouby. JUS následně zalisuje kolíky, případně utáhne šrouby. CMC mají pouze manuály.



Obr. 22 Stanice 8

## Stanice 9

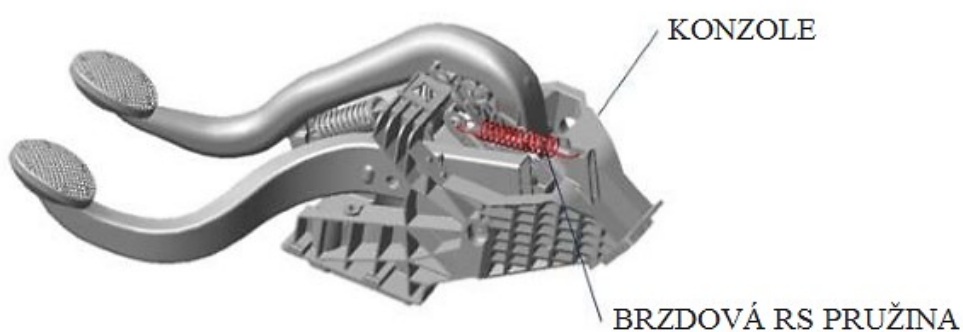
Na deváté stanici je prováděna komplementace spojkového válce CMC (clutch master cylinder) a hadice spojkového válce (CMC hose). Operátor umístí spojkový válec a CMC hadici do JUS. Stroj po kontrole všech dílů provede zalisování hadice do válce.



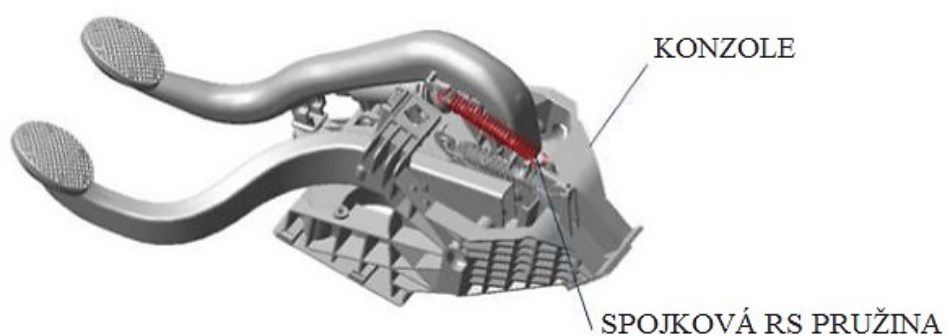
Obr. 23 Stanice 9

## Stanice 10

Desátá stanice slouží k montáži RS pružiny. To je děláno ručně operátorem. Ty pedály, které mají OCS pružinu, neobsahují RS pružinu u spojkového pedálu, ale pouze u brzdového pedálu.



Obr. 24 Stanice 10 s OCS pedálem



Obr. 25 Stanice 10 s RS pedálem

## Finální kontrola a balení

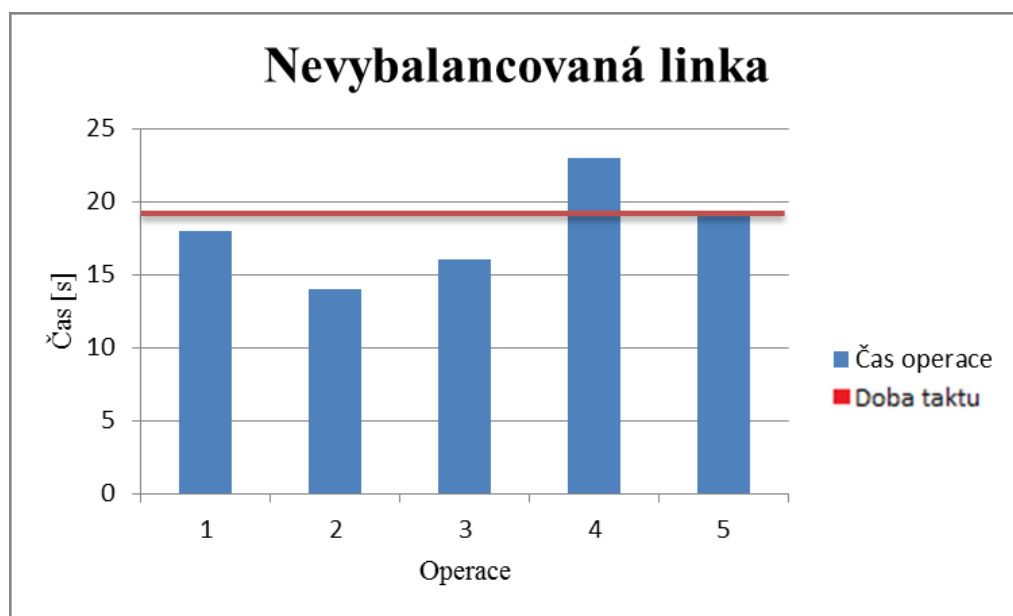
Následuje finální kontrola, která zahrnuje kontrolu rozteče mezi pedály kamerou, kontrolu přítomnosti jednotlivých částí pedálu a správné reference podložek a pedálů. Po kontrole dojde k zápisu informací do čipu montážní paletky.

Po kontrole dojde k automatickému vytištění a nalepení štítku na pedálový box. Nakonec operátor ukládá pedálový box do balení.

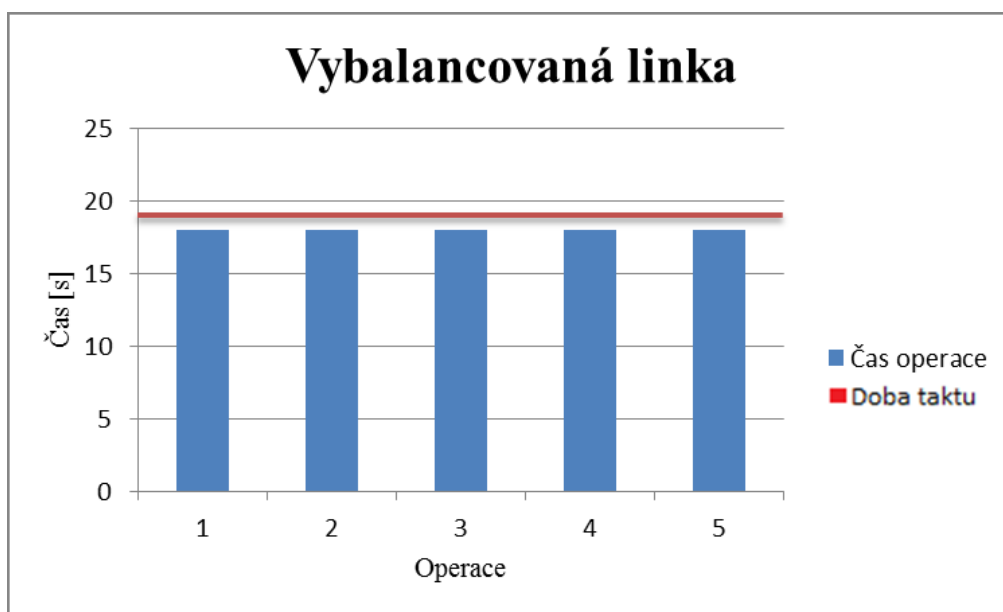
## Shrnutí

Výrobní proces automatů je obdobný s tím rozdílem, že nedochází k montáži spojkového pedálu a tedy ani k montáži OCS a RS pružin u spojky.

Jelikož každá z těchto operací trvá různou dobu, je velmi důležité linky vybalancovat. To znamená dosáhnout zhruba stejných časů u každé jednotlivé operace. Na obr. 26 je názorný a zjednodušený příklad nevybalancované výrobní linky. Pokud přesuneme některé pracovní úkony z přetížených operací k těm méně vytíženým, eliminujeme tak plýtvání a výrobní proces na lince bude mnohem plynulejší. K balancování nám poslouží tzv. Yamazumi diagramy.



Obr. 26 Příklad nevybalancované výrobní linky



Obr. 27 Příklad vybalancované výrobní linky

### 2.2.2 Yamazumi diagramy

Yamazumi diagramy neboli grafy slouží k hledání efektivního pracovního cyklu operátora. Efektivnost spočívá ve vybalancování jednotlivých operací. Jednotlivé pracovní úkony se na grafech odlišují různými barvami – podle toho, zda je produktu přidávána hodnota nebo ne. [13]

Yamazumi diagramy současného stavu jsou uvedeny v **příloze A**, zde budou pro přehlednost zpracovány do formy tabulky (tab. 2), kde budou především důležité časy jednotlivých stanic. Jelikož výrobní linka BMW UKL nevyrábí jeden druh produktu, bude nutné výrobní časy rozdělit a to podle druhu produktu. Výrobní časy budou rozděleny na výrobní čas cyklu manuálů (dále jen MT) a automatů (AT), podle toho, zda se jedná o pravostranný (RHD) nebo levostranný (LHD) pedál a podle RS a OCS pružin. Výroba manuálů je rozdílná od automatů, je složitější a je také potřeba více operátorů. U MT typů je počet operátorů na lince 8 až 9. U AT typů je třeba 7 operátorů.

Tab. 2 Naměřené časy jednotlivých stanic

Stanice	Stanice (jiné značení)	LHD MT OCS [s]	LHD MT RS [s]	RHD MT OCS [s]	RHD MT RS [s]	LHD AT [s]	RHD AT [s]
1, 2	OP10A - OP10B	16,5	16,5	18,5	18,5	14,5	14,5
3	OP40A - OP40B	16,5	16,5	12,5	12,5	-	-
4	OP30	12	12	12	12	12	12
5	OP50	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
6, 7	OP60A - OP60B	17	-	17	-	-	-
8, 9	OP70C - OP70A	15	15	18	18	-	-
10	OP90A	12	15	12	15	10	10
KVALITA	OP100 - GP12	23,5	23,5	23,5	23,5	18	18

### 2.2.3 Čas cyklu a doba taktu

Jelikož se pokaždé čas cyklu mění právě s ohledem na vznikající Muda tedy plýtvání (ať se jedná o čekání nebo nadbytečné pohyby operátora a jiné), budou čas cyklu a doba taktu určeny teoreticky pomocí vzorců.

Předem je ještě nutné zdůraznit, jak ve firmě Batz Czech s.r.o. probíhá směna. Firma Batz Czech s.r.o. má nepřetržitý provoz, tedy 3 směny – ranní, odpolední a noční. Každá z těchto směn trvá 8 hodin a pracovník má z těchto 8 hodin povinnou zákonnou přestávku na 30 minut. A dalších 5 minut před začátkem směny na přípravu a 5 minut před koncem směny na úklid. 40 minut z 8 hodin tedy není produktivních.

Dostupný výrobní čas (dále jen kapacita) pro rok 2017 je tedy následující:

$$Kapacita = počet\ směn * (hodin\ za\ směnu - přestávky) * pracovní\ dny\ v\ roce \quad (5)$$

Pracovními dny v roce je myšleno celkový počet pracovních dnů bez sobot a nedělí, nepočítaje však se státními svátky, firemní odstavkou a Vánocemi.

$$Kapacita_{2017} = 3 * \left(8 - \frac{30}{60} - \frac{10}{60}\right) * 251 * 3600 = 19879200\ s \quad (6)$$

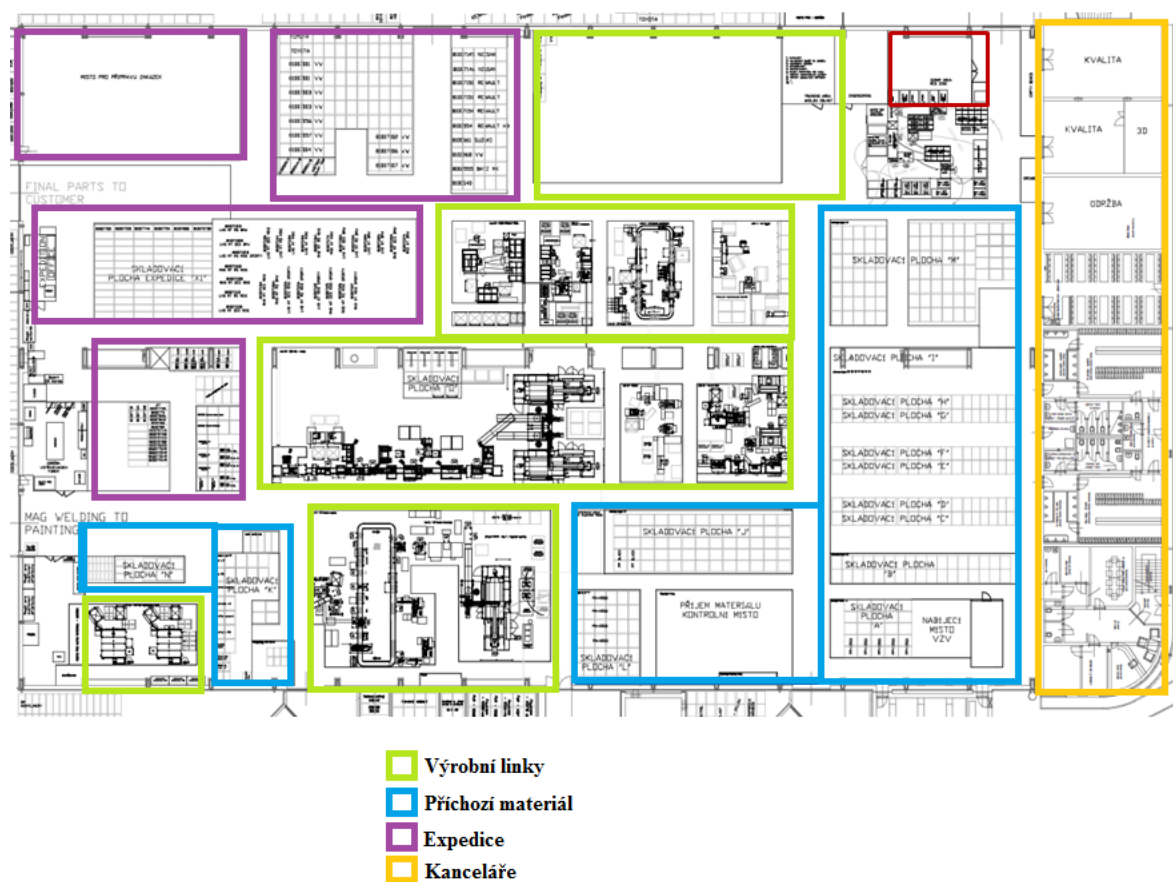
$$TT = \frac{kapacita}{objem} = \frac{19879200}{806862} = 24,6\ s \quad (7)$$

Objem je celkový počet předpovězených objednaných kusů pedálů na rok 2017 (součet AT i MT typů, viz tab. 3). Doba taktu současného stavu je tedy 24,6 sekund a čas cyklu vychází na 20,9 sekund (pozn. OEE je předem firmou nadefinováno na 85 %, a sice dle předchozích zkušeností a statistik).

$$CT = TT * OEE = 24,6 * 0,85 = 20,9 \text{ s} \quad (8)$$

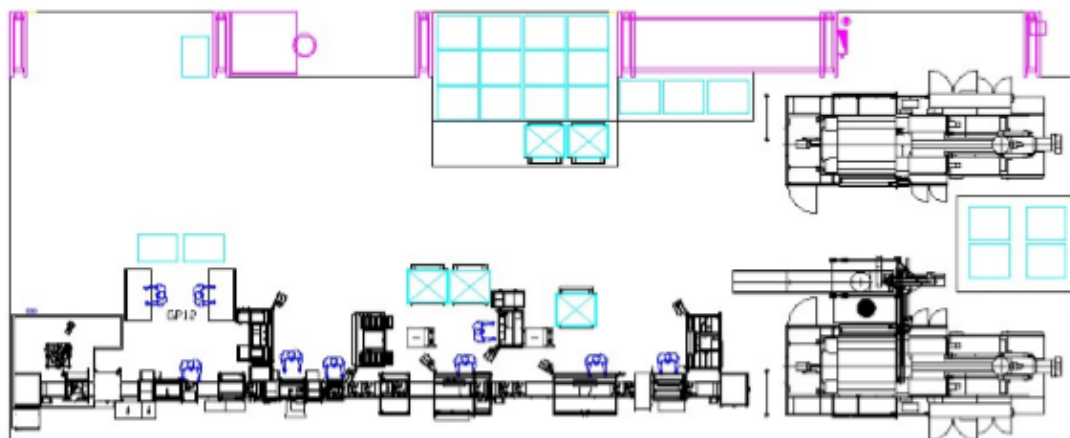
## 2.2.4 Layout

Velmi důležitým při analýze současného stavu je i layout pracoviště. Layout znamená v překladu rozmístění, rozvržení nebo uspořádání. Jedná se o nákres pracoviště a toho, jak jsou na něm uspořádány všechny stroje, ale i pracovníci nebo třeba i palety. Současný layout celé firmy je na obrázku (obr. 28) a layout výrobní linky BMW UKL je uveden na obrázku (obr. 29).



Obr. 28 Layout firmy





**Obr. 29** Současný layout výrobní linky BMW UKL

Správně provedená změna layoutu je klíčovým prvkem ke zlepšení a tedy k zavedení metody Kaizen. Je důležité podotknout, že firma se zabývala mimo jiné i analýzou layoutu celé výrobní haly. Konkrétně pracovala se třemi různými alternativami layoutu.

### 3 Vyhodnocení analýzy a identifikace požadavků

V této kapitole bude zhodnocena analýza stavu BMW UKL linky před zavedením metody Kaizen. Zřetel bude brán především na objem výrobků požadovaných od BMW a na časy cyklů úseku pro kontrolu kvality. Bude také teoreticky podle metody CPM určena délka trvání celého projektu Kaizen na lince BMW UKL.

#### 3.1 Objem výroby

Jelikož se navyšují objednávky od společnosti BMW rok od roku, jak je patrné z tabulky 3 nebo z grafu v podkapitole 2.1.5, bude nutné udělat důležité úpravy na lince BMW UKL, aby se doba cyklu zkrátila a tím se zvýšila produktivita linky. Společnost Batz Czech s.r.o. má nyní v roce 2017 víceméně dost času na výrobu požadovaných kusů pedálů. Ovšem kritickým rokem by pro ně mohl být rok 2020. Objednávky oproti předešlým letům přesáhnou celkový počet 1 000 000 kusů.

Tab. 3 Objednávky firmy Batz Czech s.r.o. od BMW

Objem	Potenciální objem	Rok	2017	2018	2019	2020
		LHD AT	471199	516474	562105	635581
		RHD AT	94135	103068	103604	120898
		LHD MT	168918	158062	163649	199904
		RHD MT	72610	65453	68497	82218
		Celkem	806862	843057	897855	1038601
	Potenciální objem zvýšený	LHD AT zvýšení	565439	619769	674526	762697
		RHD AT zvýšení	112962	123682	124325	145078
		LHD MT zvýšení	202702	189674	196379	239885
		RHD MT zvýšení	87132	78544	82196	98662
		Zvýšení celkem	968234	1011668	1077426	1246321
		Zvýšení o 10, 15 až 20 %	1,20			

Pro tento rok je totiž požadováno od společnosti BMW celkově 1 038 601 kusů produktů. A to znamená vyrábět v celkovém čase cyklu 16,3 sekund (nepočítáno s rozdíly u AT a MT typů).

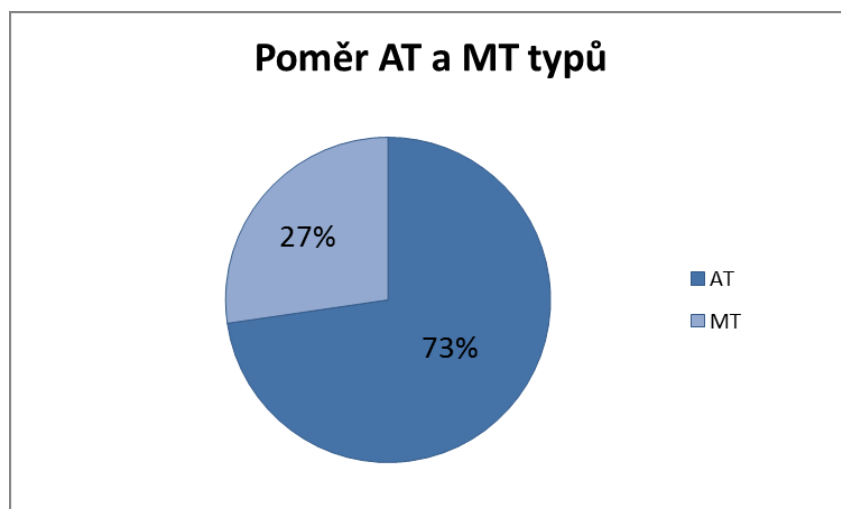
$$Kapacita_{2020} = 3 * \left(8 - \frac{30}{60} - \frac{10}{60}\right) * 252 * 3600 = 19958400 \text{ s} \quad (9)$$

$$TT = \frac{kapacita}{objem} = \frac{19958400}{1038601} = 19,2 \text{ s} \quad (10)$$

$$CT = TT * OEE = 19,2 * 0,85 = 16,3 \text{ s} \quad (11)$$

Navíc společnost musí také počítat s možným zvýšením počtu objednaných kusů o 10, 15 až 20 % od BMW a tak být připravena i na ty „horší“ varianty. Nestává se ovšem moc často, že by byly objednávky ještě navýšeny.

Z grafu níže (obr. 30), který byl sestaven podle předpovědi objednávek, je patrné, že více než 70 % celkového objemu pedálů pro BMW tvoří AT typy. Zaměří-li se tedy zájem na změnu času cyklu více a důkladněji na AT pedály, bude pravděpodobnější, že změna bude mít na celkový výsledek mnohem větší vliv.



Obr. 30 Procentuální poměr AT a MT typů

### 3.2 Operátoři

Bylo zjištěno, že na některých úsecích na lince pracuje zbytečně mnoho operátorů. Týká se to především operátorů na úseku kontroly kvality – GP12 operátorů. Ti jsou vždy dva a to ať už se jedná o výrobu AT nebo MT typů pedálů. Také bylo zjištěno, že časy cyklu kontroly kvality trvají oproti ostatním operacím relativně dost dlouho (tab. 2), takže mohou celý proces výroby zbytečně prodlužovat.

Dalším problémem může být měnící se počet operátorů u verzí AT a MT. Ideální by bylo, kdyby na lince byl pokaždé stejný počet operátorů.

### 3.3 CPM analýza

CPM je anglická zkratka z termínu Critical Path Method neboli česky Metoda kritické cesty. Jedná se o jednu ze základních metod síťové analýzy. Cílem této metody je stanovit

dobu trvání projektu, která je určena pomocí délky tzv. kritické cesty. Díky metodě CPM lze snadno a efektivně časově koordinovat jednotlivé činnosti v projektu.

CPM analýza obsahuje několik cest, ovšem tou nejdůležitější je kritická cesta. Kritická cesta je definována jako nejdelší cesta mezi všemi cestami. Jedná se tedy o časově nejdelší cestu od počátku projektu do jeho konce. Kritická cesta nemá žádné časové rezervy a tak tedy, pokud dojde ke zdržení některé z činností, které na této cestě leží, promítne se toto zdržení i do konečného data projektu a projekt tím pádem již nebude dokončen včas. Právě na činnosti na kritické cestě by se měl každý manažer zvláště zaměřit a zajistit jejich včasné dokončení. [14]

CPM analýza v diplomové práci bude zkoumat nejkratší možnou dobu trvání projektu Kaizen. Doba trvání však bude řešena pouze teoreticky, jelikož projekt Kaizen je ve firmě zaváděn průběžně a firma nemá na starosti pouze linku BMW UKL. Cíl CPM analýzy je tedy zjistit, jak dlouho by firmě trvalo zavedení projektu, kdyby se zabývala čistě jenom projektem Kaizen na lince BMW UKL.

Prvním důležitým krokem k vytvoření síťového grafu je určení všech činností projektu Kaizen. Soupis všech činností je sestaven v tabulce č. 4. (Pozn. 1 den je myšlen jako 1 pracovní den, tedy 8 hodin.)

Dále je nutné podotknout, kdo všechno na projektu Kaizen pracoval. Ve firmě byly utvořeny 3 týmy. Několik dalších lidí se zabývalo zavedením metody 5S, plánováním, návrhy nových layoutů atd. V rámci projektu se také všichni zaměstnanci účastnili pravidelných školení.

Tým 1 – pracoval převážně na analýze výrobního procesu automatických pedálů.

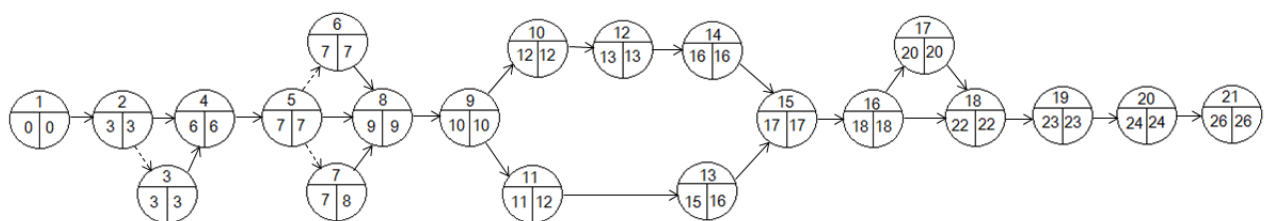
Tým 2 – pracoval převážně na analýze výrobního procesu manuálních pedálů.

Tým 3 – zabýval se výpočtem doby taktu, času cyklu a počtu operátorů.

Tab. 4 Soupis činností projektu

i,j	Činnost	Délka (dny)
1,2	Analýza, kde implementovat Kaizen a navržení cílů a plánu	3
2,3	Fiktivní činnost	0
2,4	Měření časů cyklu na montážní lince a tvorba videí Tým MT	3
3,4	Měření časů cyklu na montážní lince a tvorba videí Tým AT	3
4,5	Školení Kaizen	1
5,6	Fiktivní činnost	0
5,7	Fiktivní činnost	0
5,8	Total Manual Time a definice nových operací AT	1
6,8	Aktualizace Yamazumi diagramů	2
7,8	Total Manual Time a definice nových operací MT	1
8,9	Školení Kaizen	1
9,10	Analýza možných scénářů a nových layoutů	2
9,11	Analýza počtu operátorů, doby taktu a času cyklu	1
10,12	Tvorba prototypu nové linky	1
11,13	Implementace 5S na montážní lince	4
12,14	Nové pracovní instrukce	3
13,15	Plánování přestavby na nový layout linky	1
14,15	Zrychlení a přeprogramování robota, odstranění kontrol	1
15,16	Přestavba reálné linky	1
16,17	Zkoušky na novém layoutu montážní linky	2
16,18	Analýza nového stavu, měření časů a analýza videí	3
17,18	Analýza činností kontrolních operátorů GP12 na konci montážní linky, redukce činností	2
18,19	Školení Kaizen	1
19,20	Zpracování výsledků	1
20,21	Ověření	2

Dalším krokem je tvorba síťového grafu a určení kritické cesty.



Bylo zjištěno, že projekt Kaizen za daných podmínek má 2 kritické cesty, které prochází těmito uzly:

- 1 – 2 – 4 – 5 – 6 – 8 – 9 – 10 – 12 – 14 – 15 – 16 – 17 – 18 – 19 – 20 – 21
- 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 8 – 9 – 10 – 12 – 14 – 15 – 16 – 17 – 18 – 19 – 20 – 21

Nejdříve možný konec projektu je za 26 dní a nejvýše možné zpoždění u nekritických činností je pouze 1 den. Pro ověření správnosti síťového grafu byla vytvořena incidenční matice (tab. 5), kde  $T_E$  představuje nejdříve možný termín,  $T_L$  je nejpozději přípustný termín, CR jsou celkové rezervy a KC je kritická cesta resp. body, kterými kritická cesta prochází.

Tab. 5 Incidenční matice

TE	i,j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	CR = TL-TE	KC	
0	1		3																				0	1	
3	2			0	3																		0	2	
3	3				3																		0	3	
6	4					1																	0	4	
7	5						0	0	1														0	5	
7	6								2														0	6	
7	7								1														1	-	
9	8									1													0	8	
10	9										2	1											0	9	
12	10												1										0	10	
11	11													4									1	-	
13	12														3								0	12	
15	13															1							1	-	
16	14																1						0	14	
17	15																	1					0	15	
18	16																		2	3			0	16	
20	17																			2			0	17	
22	18																				1		0	18	
23	19																					1	0	19	
24	20																						2	0	20
26	21																							0	21
	TL	0	3	3	6	7	7	8	9	10	12	12	13	16	16	17	18	20	22	23	24	26			

Dalším krokem při tvorbě CPM analýzy bude určení rezerv. Rezervy se dělí na celkové, volné, závislé a nezávislé.

Tab. 6 Rezervy

i,j	Celková rezerva	Volná rezerva	Závislá rezerva	Nezávislá rezerva
1,2	0	0	0	0
2,3	0	0	0	0
2,4	0	0	0	0
3,4	0	0	0	0
4,5	0	0	0	0
5,6	0	0	0	0
5,7	1	0	1	0
5,8	1	1	1	1
6,8	0	0	0	0
7,8	1	1	0	0
8,9	0	0	0	0
9,10	0	0	0	0
9,11	1	0	1	0
10,12	0	0	0	0
11,13	1	0	0	0
12,14	0	0	0	0
13,15	1	1	0	0
14,15	0	0	0	0
15,16	0	0	0	0
16,17	0	0	0	0
16,18	1	1	1	1
17,18	0	0	0	0
18,19	0	0	0	0
19,20	0	0	0	0
20,21	0	0	0	0

U kritických činností v projektu existují rizika zpoždění. Pokud dojde ke zpoždění kritické činnosti, prodlouží se doba projektu o toto zpoždění. Zaměstnanci firmy Batz Czech s.r.o., kteří na projektu Kaizen pracují, musí přesně dodržovat časový plán projektu, jelikož téměř všechny činnosti v projektu jsou kritické. Zpoždění se dá eliminovat určením zodpovědné osoby, která dohlédne na to, aby vše šlo tak, jak má. Důležité v projektu jsou také milníky, zde je představují pravidelná školení, díky kterým zaměstnanci přesně ví, v jaké části projektu se nachází.

Jak již bylo řečeno na začátku, projekt Kaizen byl řešen průběžně v určitých intervalech zhruba půl roku. Tyto výpočty CPM tedy představují pouze teoretickou nejkratší dobu trvání projektu. Pokud by byl projekt řešen tímto způsobem, museli by zodpovědné osoby v jednotlivých týmech dbát na to, aby byla většina činností splněna včas, jinak by došlo ke zpoždění projektu. Nejkratší možná doba projektu by byla dle propočtů 26 dní, tedy necelý měsíc. A i u nekritických činností by bylo přípustné zpoždění maximálně 1 den.

## 4 Návrhy řešení a jejich komplexní posouzení

Následující kapitola se bude zabývat návrhy řešení na zlepšení pomocí metody Kaizen. Mezi hlavními cíli zlepšení stávající situace bude především zkrácení doby cyklu a snížení počtu operátorů na lince. A jelikož je Kaizen celofiremní projekt, který je již ve firmě zaváděn, je nutné podotknout již na začátku kapitoly, že návrhy řešení jsou prací všech zúčastněných pracovníků firmy Batz Czech s.r.o. – zástupců výroby, kvality, údržby, logistiky a managementu. Autorka diplomové práce průběžně spolupracovala se všemi.

### 4.1 Počet operátorů

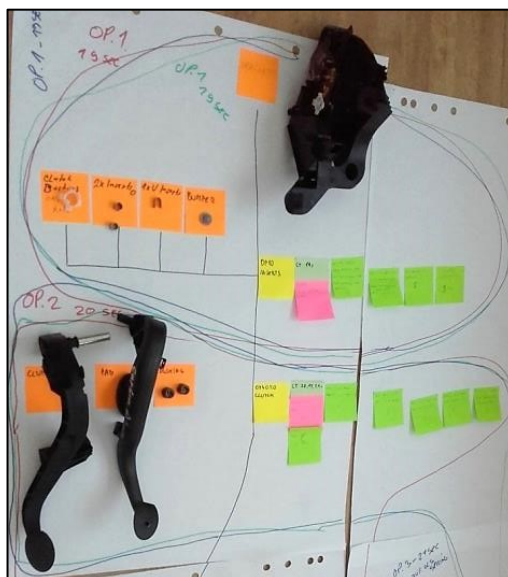
V této podkapitole bude přezkoumán teoretický počet operátorů na lince a bude také navrženo řešení na jejich snížení.

#### 4.1.1 Teoretický počet operátorů

Jak již bylo zmíněno v předešlých kapitolách, na lince je mnoho operátorů a to znamená zbytečné náklady navíc, bude tedy zanalyzován jejich optimální počet, a sice pomocí celkové doby operace a času cyklu (viz podkapitola 1.4). Ke zjištění celkové doby operace byly ve firmě utvořeny dva týmy – tým 1 a tým 2.

Jelikož největší časové rozdíly jsou právě u AT nebo MT typů (tab. 2), budou další propočty rozděleny právě na tyto dva typy. Tým 1 měl za úkol zanalyzovat verzi AT pedálů a tým 2 verzi MT, kterou navíc ještě rozdělil podle LHD a RHD typu (kvůli rozdílnějším operacím u této verze). Všechny fotografie toho, jak tyto analýzy probíhaly, jsou uvedeny v **příloze B** a **příloze C**. Zde bude předvedena pouze část analýzy na obrázku níže.





Obr. 31 Část analýzy pedálů

Výsledky celkové doby operace jsou v tabulce 7. Teoretický počet operátorů pro současný stav je tedy následující (výpočet viz podkapitola 1.4):

Tab. 7 Teoretický počet operátorů na lince

Verze pedálu	Celková doba operace [s]	Teoretický počet operátorů podle TT2017	Skutečný počet operátorů
AT	65	3	7
MT RHD	127	6	8 až 9
MT LHD	94	4	8 až 9

TT2017 [s]	24,6
------------	------

Z tabulky vyplývá, že současně je na lince skutečně zbytečně mnoho operátorů. U AT verze je teoretický počet 3, avšak ve skutečnosti jich je na lince 7. U MT verze je to obdobné, ve skutečnosti na lince pracuje o 2 až 3 operátory více než je potřeba.

#### 4.1.2 Návrh řešení počtu operátorů

Cílem je tedy redukovat počet operátorů. Toho se dá dosáhnout tak, že některé operace budou sloučeny právě na základě důkladné analýzy yamazumi diagramů a analýzy jednotlivých pracovních kroků. Bude tak dosaženo dvojího efektu – eliminujeme operátory a zároveň vybalancujeme výrobní linku tak, aby byl čas cyklu zhruba stejný na všech operacích (viz další kapitoly).

Jak již bylo ovšem zmíněno, zbytečně vysoký počet operátorů je právě na úseku kontroly kvality. Snížíme-li tedy počet operátorů na tomto úseku ze dvou na jednoho, snížíme tím sice i náklady, ovšem zvýšil by se i čas cyklu na této stanici. Aby bylo dosaženo toho, že se čas cyklu sníží nebo potažmo zůstane stejný, musíme eliminovat nejen operátory, ale také i některé kontroly výsledných produktů. Mohly by být například vynechány takové kontroly, které jsou již v průběhu výroby prováděny samotnou výrobní linkou automaticky (patří zde například kontrola, zda produkt obsahuje všechny součástky, které obsahovat má, nebo také kontrola váhy produktu v případě vstřikování plastové brackety atd.). Tyto automatické kontroly výrobní linkou jsou téměř na 100 % spolehlivé a je tedy zbytečné je dělat podruhé ještě operátorem.

Dalším faktem je, že počet operátorů je u každé verze jiný. Snížíme-li počet operátorů u MT verze tak, aby počet operátorů byl stejný jako u verze AT, budeme muset akceptovat skutečnost, že se zvýší doba cyklu u MT verze. Ovšem, jak již bylo zmíněno, MT verze tvoří menšinovou část celkové výroby, a tak by vyšší doba cyklu u MT verze nemusela mít na celkový výsledek velký vliv a počet objednávek by byl přesto splnitelný.

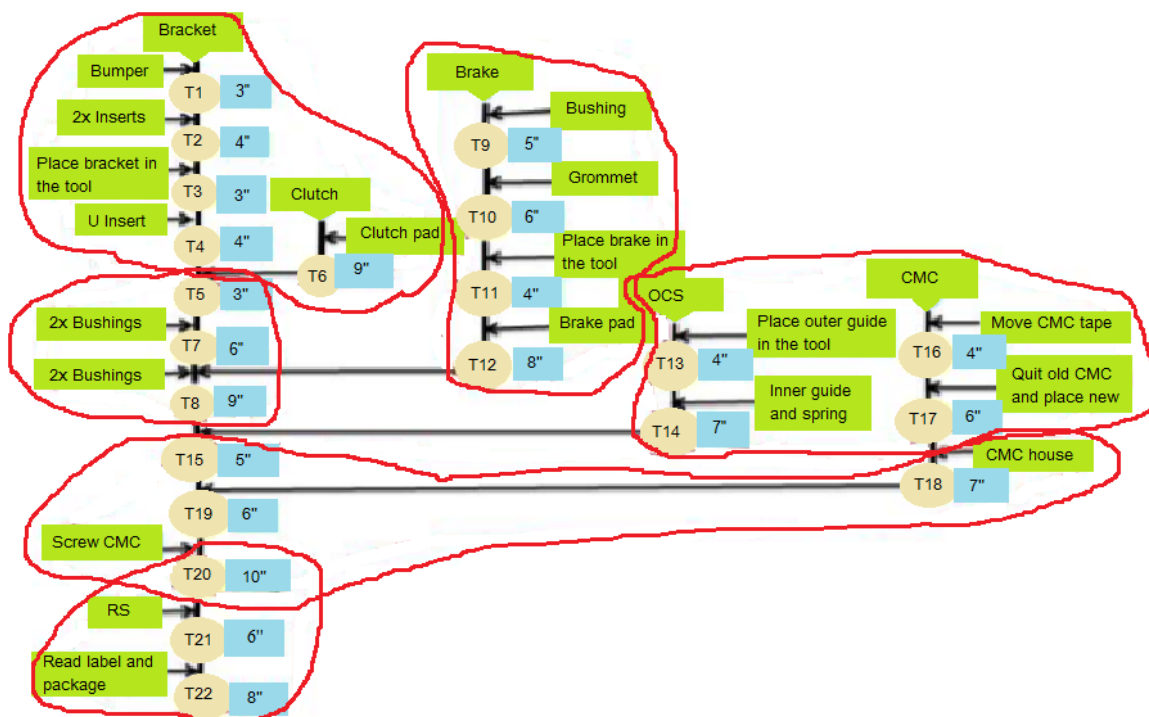
## **4.2 Balancování linky**

Následuje samotné balancování výrobní linky BMW UKL. Nejdříve bude provedena analýza jednotlivých pracovních kroků, poté analýza yamazumi diagramů a nakonec budou navrženy různé verze pro výrobní linku.

### **4.2.1 Analýza pracovních kroků**

Analýza jednotlivých pracovních kroků se týká výrobního postupu a časů jednotlivých pracovních úkonů. Byly provedeny dvě analýzy: pro verzi MT s OCS a pro verzi AT. Následně byly sloučeny kroky, které by bylo možné vykonávat společně jedním operátorem respektive na jedné stanici.

K vytvoření analýzy byly pořízeny videozáznamy pro snadné odečítání časů jednotlivých kroků. Nové navržení stanic pro výrobu a jednotlivých kroků na stanicích pro obě varianty pedálů je uvedeno na obrázcích 32 a 33.



Obr. 32 Jednotlivé kroky MT verze

Dalším krokem je sečtení časů operací každé nově vytvořené stanice.

$$\text{Stanice 1} = T1 + T2 + T3 + T4 + T6 = 23 \text{ s} \quad (12)$$

$$\text{Stanice 2} = T5 + T7 + T8 = 18 \text{ s} \quad (13)$$

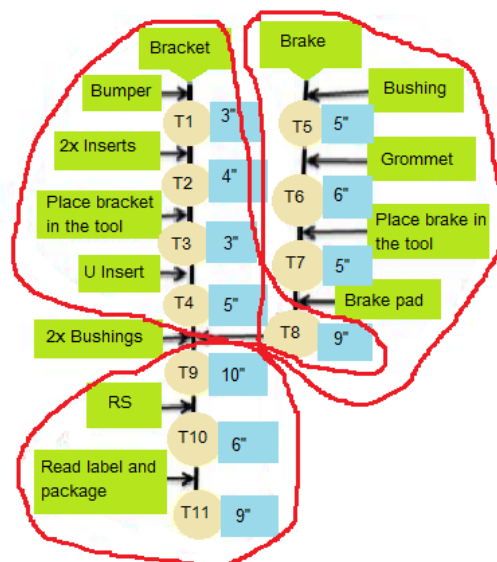
$$\text{Stanice 3} = T9 + T10 + T11 + T12 = 23 \text{ s} \quad (14)$$

$$\text{Stanice 4} = T13 + T14 + T16 + T17 = 21 \text{ s} \quad (15)$$

$$\text{Stanice 5} = T15 + T18 + T19 = 18 \text{ s} \quad (16)$$

$$\text{Stanice 6} = T20 + T21 + T22 = 24 \text{ s} \quad (17)$$

Jak lze vidět, čas cyklu u stanice 6 je nejvyšší a proto může operátor ze stanice 5 ve svém čase po dokončení vlastních povinností operátorovi ze stanice 6 vypomoci.



Obr. 33 Jednotlivé kroky AT verze

$$\text{Stanice 1} = T1 + T2 + T3 + T4 + T8 = 24 \text{ s} \quad (18)$$

$$\text{Stanice 2} = T5 + T6 + T7 = 16 \text{ s} \quad (19)$$

$$\text{Stanice 3} = T9 + T10 + T11 = 25 \text{ s} \quad (20)$$

#### 4.2.2 Analýza yamazumi diagramů

Ve firmě se pracovalo s třemi verzemi času cyklu, a sice 16, 18 a 23 vteřin. Tyto časy byly propočteny na základě starších údajů v předpovědi objednávkového listu. Dále se časům cyklu přizpůsobovaly i yamazumi diagramy. Pokud se například s jedním z původních operátorů nepočítalo, musely být jeho pracovní úkony rozvrženy do práce ostatních operátorů. Bylo však nutné zohlednit fakt, že pracovní úkony eliminovaného operátora nemohly být jako celek dány dalšímu operátorovi, avšak musely být rozvrženy mezi několik operátorů, aby se tímto způsobem linka vybalancovala. Příklad jedné z analýz je na obr. 34.



Verze AT a pracovní náplň jednotlivých operátorů:

Tab. 8 Návrh variant u AT pedálů

AT verze					
Verze 1		Verze 2		Verze 3	
Čas cyklu 23 s		Čas cyklu 18 s		Čas cyklu 16 s	
4 operátoři		5 operátorů		6 operátorů	
Operátor 1	Operátor bere bracketu a vkládá do ní 2x Cylindrical inserts a 1x U Insert	Operátor 1	Operátor bere bracketu a vkládá do ní 2x Cylindrical inserts a 1x U Insert	Operátor 1	Operátor bere bracketu a vkládá do ní 2x Cylindrical inserts a 1x U Insert
	Operátor montuje také brzdový pedál a brzdovou podložku na pedál. Je tu možnost montovat také grommet.	Operátor 2	Operátor sestavuje grommet, dává teflon bushing do brzdového pedálu a pomáhá sestavovat brzdovou podložku.	Operátor 2	Operátor sestavuje grommet, dává teflon bushing do brzdového pedálu a pomáhá sestavovat brzdovou podložku.
Operátor 2	Montáž 2x Bushings do brzdového pedálu, ten je následně dáván do brackety. Spouští se automatický cyklus. Operátor sestavuje také teflon bushing do brzdového pedálu a montuje také RS pružinu.	Operátor 3	Montáž 2x Bushing do brzdového pedálu, ten je následně dán do brackety. Spuštění automatického cyklu. Montáž podložky brzdového pedálu.	Operátor 3	Montáž 2x Bushing do brzdového pedálu, ten je následně dán do brackety. Spuštění automatického cyklu.
Operátor 3	Balení. Kontrola. Možnost montovat RS pružinu.	Operátor 4	Montáž RS pružiny. Operátor pomáhá kontrolovat a balit.	Operátor 4	Montáž RS pružiny. Operátor může také montovat podložku.
Operátor 4	Balení a kontrola.	Operátor 5	Balení a kontrola.	Operátor 5	Balení a kontrola.
				Operátor 6	Balení a kontrola.

Jedním z řešení u typu AT by bylo takové, že by na lince pracovalo 5 operátorů, ovšem s tím rozdílem, že by pouze jeden z nich byl operátor GP12 a čtvrtý operátor by se věnoval montáži RS pružiny. Dále by bylo možné odstranit ještě jednoho operátora, ovšem došlo by k navýšení času cyklu.

## Verze MT a pracovní náplň jednotlivých operátorů:

**Tab. 9 Návrh variant u MT pedálů**

MT verze					
Verze 1		Verze 2		Verze 3	
Čas cyklu 23 s		Čas cyklu 18 s		Čas cyklu 16 s	
6 operátorů		7 operátorů		8 operátorů	
<b>Operátor 1</b>	Operátor bere bracketu a vkládá do ní 2x Cylindrical inserts a 1x U Insert. Montáž bumperu. Možnost montáže brzdové podložky.	<b>Operátor 1</b>	Operátor bere bracketu a vkládá do ní 2x Cylindrical inserts a 1x U Insert. Montáž bumperu. Možnost montáže spojkové podložky.	<b>Operátor 1</b>	Operátor bere bracketu a vkládá do ní 2x Cylindrical inserts a 1x U Insert. Montáž bumperu.
<b>Operátor 2</b>	Montáž spojky + 2x Bushings. Montáž brzdové i spojkové podložky. Grommet. Možnost montáže RS pružiny.	<b>Operátor 2</b>	Montáž spojky + 2x Bushings. Montáž spojkové podložky. Dodatečně brzdová podložka nebo Grommet.	<b>Operátor 2</b>	Montáž spojky + 2x Bushings. Montáž spojkové podložky. Dodatečně brzdová podložka.
<b>Operátor 3</b>	Teflon bushing a 2x brzdový bushing do pedálu a pedál do brackety. Možnost montáže RS pružiny.	<b>Operátor 3</b>	Operátor sestavuje teflon bushing do brzdového pedálu a pomáhá sestavovat MT podložku.	<b>Operátor 3</b>	Montáž grommetu a teflon bushing do brzdového pedálu. Pomoc při sestavování MT podložky.
<b>Operátor 4</b>	Montáž CMC, sestavení 2x Bracket snap fit a 1x Clutch snap fit. Připojení CMC hadičky do brackety.	<b>Operátor 4</b>	2x brzdový bushing do pedálu a následně je brzdový pedál vkládán do brackety. Montáž 2x RS pružiny.	<b>Operátor 4</b>	2x brzdový bushing do pedálu a následně je brzdový pedál vkládán do brackety.
		<b>Operátor 5</b>	Montáž CMC, sestavení 2x Bracket snap fit a 1x Clutch snap fit. Připojení CMC hadičky do brackety. Možnost montáže 2x RS nebo 1x OCS pružiny.	<b>Operátor 5</b>	Montáž CMC, sestavení 2x Bracket snap fit a 1x Clutch snap fit. Možnost montáže 2x RS nebo 1x OCS pružiny.
	Problém: Který operátor bude montovat OCS pružinu?		Problém: Který operátor bude montovat OCS pružinu?	<b>Operátor 6</b>	Možnost montáže 2x RS pružiny. Připojení CMC hadičky do brackety. Montáž OCS pružiny?
<b>Operátor 5</b>	Balení a kontrola.	<b>Operátor 6</b>	Balení a kontrola.	<b>Operátor 7</b>	Balení a kontrola.
<b>Operátor 6</b>	Balení a kontrola.	<b>Operátor 7</b>	Balení a kontrola.	<b>Operátor 8</b>	Balení a kontrola.

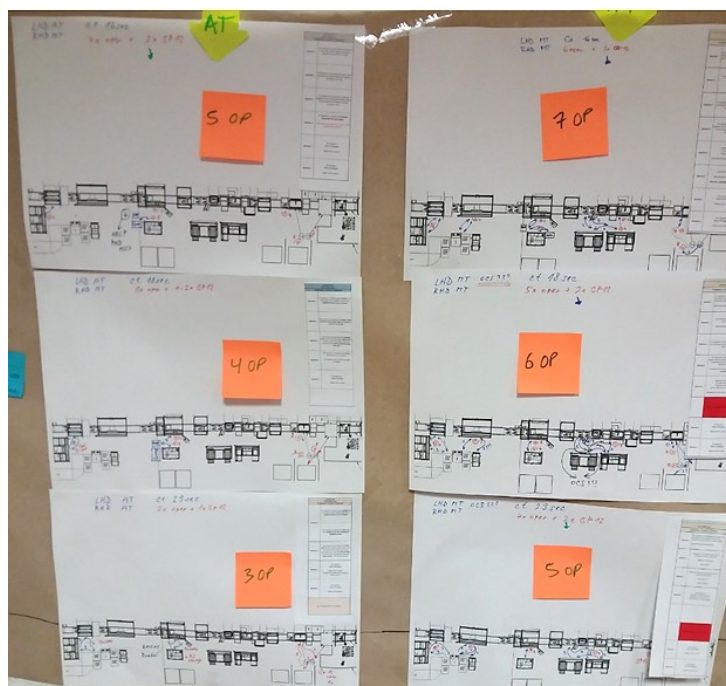
U MT verze je zřejmé, že čím méně je operátorů, tím větší je problém s tím, kdo bude montovat OCS pružinu. Tento problém by mohl být vyřešen tak, že montáž OCS pružiny bude provádět nejméně zatížený operátor. Nebo v případě, že by byl odebrán jeden operátor kontroly kvality, mohl by právě tento operátor provádět montáž OCS pružiny.

## 4.3 Změna layoutu výrobní linky

Změna layoutu je velmi důležitá. Jelikož byly některé operace sloučeny a tudíž není potřeba tolika operátorů, musí být změněn i layout výrobní linky. Kdyby layout zůstal nezměněn, docházelo by k plýtvání tím, že by operátoři museli vynakládat zbytečnou energii k pohybu mezi stanicemi. To by mělo za následek opětovné zvýšení času cyklu, což by bylo kontraproduktivní.

### 4.3.1 Návrhy layoutu

Na základě předchozí analýzy (podkapitola 4.2.3) byly navrženy různé verze layoutu. Jelikož však nakonec došlo k odebrání jednoho kontrolora kvality (operátora GP12), byl počet operátorů snížen. Do layoutu současného stavu byly u každé verze vkresleny pohyby operátorů (tzv. špagety diagram) a případné problémy, které by mohly vznikat. Popřípadě také návrhy na přesunutí jednotlivých stanic.



Obr. 35 Verze layoutu

### 4.3.2 Mock-up

V rámci celofiremního projektu Kaizen byla následně provedena i zkouška nově navrženého layoutu výrobní linky tzv. mock-up neboli česky model či prototyp. Díky tomuto modelu je jasně a zřetelně vidět funkčnost systému, aniž by musela být sestavena jeho plnohodnotná verze. Mock-up také svým uživatelům umožňuje návrh otestovat. Je



mnohem jednodušší opravit nedostatky a chyby na modelu než je napravovat na finální stavbě. [15]

Teprve na základě mock-upu se mohl změnit layout linky. Ve firmě se jednalo o zkušební verzi nově navržené výrobní linky BMW UKL, která byla sestavena z krabic a palet (obr. 36).



Obr. 36 Mock-up nové výrobní linky

#### 4.3.3 Finální verze nového layoutu

Po předchozích analýzách a odzkoušení si prototypu nové výrobní linky byl nový layout linky také přestavěn v reálu. Zatímco některé stanice zůstaly na místě, u jiných došlo k jejich přemístění. Ty nejzásadnější změny jsou poté u pracovní náplně operátorů. Výkres nového layoutu je v **příloze D**.

##### Hlavní změny u verze AT:

- Operátor 1 sestavuje bracketu a nově pomáhá sestavovat brzdovou podložku.
- Operátor 2 sestavuje podložku, grommet, a nově odkládá brzdový pedál na paletku, která ho transportuje na následující stanici.
- Operátor 3 sestavuje 2x brzdový bushing, nově nýtuje teflon bushing a zakládá brzdový pedál do brackety.
- Operátor 4 montuje RS pružinu a pomáhá balit výrobek. Je zatím dočasný.
- Operátor 5 kontroluje kvalitu a balí výrobek.

### **Hlavní změny u verze MT:**

- Operátor 1 sestavuje bracketu a nově pomáhá sestavovat brzdovou podložku.
- Operátor 2 sestavuje podložku spojky, zakládá spojku a 2x bushing do stroje, lisuje grommet do brzdového pedálu a nově zakládá předmontovaný brzdový pedál na paletku k transportu do další stanice.
- Operátor 3 zakládá 2x brzdový bushing do stroje, nýtuje teflon bushing, dává brzdový pedál do brackety.
- Operátor 4 nově sestavuje CMC s hadicí a dává také CMC s hadicí do brackety, v čase cyklu rovněž montuje pro určité reference OCS pružinu, kterou rovněž zakládá do brackety (RS pružinu se nepodařilo do této stanice zakomponovat).
- Operátor 5 sestavuje 1x clutch snap fit a 2x bracket snap fit, ve volném čase pomáhá operátorovi číslo 4.
- Operátor 6 kontroluje kvalitu a balí výrobek, provádí montáž RS pružin.
- Operátor 7 je dočasný a je zde umístěn proto, že se nepodařilo začlenit montáž RS pružin pod operátora číslo 4 a 5 (náklady na úpravu stanic byly příliš vysoké).

## **4.4 Zavedení metod Kaizen**

Kromě samotného vybalancování linky BMW UKL byly ve firmě zavedeny i metody Kaizen jako je cyklus PDCA a metoda 5S. Mimo jiné se zaměstnanci firmy také účastnili pravidelných školení na téma Kaizen od Kaizen Institutu.

### **4.4.1 PDCA cyklus ve firmě**

Aby byl projekt Kaizen kompletní, byl v celé firmě Batz Czech s.r.o. zaveden také cyklus PDCA, který plní svou funkci v rámci celofiremní údržby. Jedná se tak o velmi efektivní způsob, díky kterému mají zaměstnanci přehled o problémech na jednotlivých úsecích ve firmě a případně také přehled o tom, v jaké fázi cyklu se daný problém nachází.

PDCA cyklus ve firmě je nástrojem každodenního zdokonalování a zvyšování efektivnosti výroby. Ke každému úkolu je také přiřazena odpovědná osoba popřípadě osoby.

BATZ ÚDRŽBA ACTION PLÁN							
DATUM	OBLAST/LINKA	POPIS	STATUS				ODPOVĚDNÁ OSOBA
17.1	L12	EXTERNÍ SERVIS NA DOPRAVNÍKU BMW ( VÝTAH )	P	D	C	A	HOLAŽA
20.1	L13	ROTAČNÍ PŘÍPRAVEK PRO SVAŘOVACÍ PŘÍPRAVKY	P	D	C	A	HERYÁN
20.1	FORMÁRNA	5S FORMÁRNA	P	D	C	A	JABŮREK/SVRČINA
22.1	L13	INSTALACE KABELU PROPŘÍPOJENÍ STANICE NA PLYN ( LINDE )	P	D	C	A	HERYÁN
23.1.	L12	EXTERNÍ SERVIS PRO TISKÁRNU BMW	P	D	C	A	DINČEV
24.1	L13	NAPOJENÍ VODY DO NOVE SVAŘOVACÍ BUŇKY	P	D	C	A	ÚDRŽBA
30.1	L7	SCHROMAŽDOVÁNÍ DAT PRO PROJEKT SMED	P	D	C	A	DINČEV/ÚDRŽBA
1.2	L14	VYTÝPOVÁNÍ ND A KRITICKÝCH ND + ČIDEL PRO NOVOU MONTÁŽNÍ LINKU	P	D	C	A	CHRAPEK/HERYÁN/DINČEV
1.2	INDIKÁTORY	PŘENASTAVENÍ CÍLU V INDIKÁTORECH MTT, MTBF, WO, RDT...	P	D	C	A	DINČEV
			P	D	C	A	

Obr. 37 PDCA cyklus ve firmě

#### 4.4.2 Zavedení metody 5S

Ve firmě byla také zavedena metoda 5S. Všichni zaměstnanci dostali instrukce týkající se této metody a také se podrobili školení. Příkladem metody 5S ve firmě je obr. 38, kde na důležitých místech ve firmě byly namalovány žluté značky, aby zaměstnanci věděli, kam co patří, a nevznikal zmatek a nepořádek.



Obr. 38 5S – žluté značení

## 5 Celkové zhodnocení a přínos pro podnik

V závěrečné kapitole bude zhodnocen celý firemní projekt Kaizen. Dojde k porovnání stavů před a po zavedení Kaizenu, bude také propočtena finanční stránka projektu a celkové zhodnocení projektu Kaizen.

### 5.1 Před a po Kaizenu

V následující tabulce je znázorněn stav před a po projektu Kaizen na lince BMW UKL. Jelikož se však počet kusů za směnu s každou směnou mění (na základě toho, který typ se bude vyrábět a kolik), jsou výpočty pouze orientační. Počet kusů za směnu byl určen z firemního plánu výroby.

Tab. 10 Porovnání stavu před a po Kaizenu

		Průměrný počet kusů za směnu	Čas cyklu [s]	Produktivita [ks/h/operátor]	Počet operátorů
AT	Stav PŘED	1320	19,909	25,83	7
	Stav PO	1384	18,988	47,40	4
MT	Stav PŘED	1260	20,857	19,18	9
	Stav PO	1188	22,121	27,12	6

7,3	produktivní hodiny za směnu
26280	produktivní sekundy za směnu

Na základě výpočtu nových časů cyklu v předchozí tabulce byly také spočteny potřebné dny v roce na výrobu v následujících letech až do roku 2020. Z tabulky 11 je patrné, že v roce 2020 bude muset firma zvýšit počet pracovních sobot, aby byla schopna plán výroby splnit.

Tab. 11 Výpočet potřebných dní na výrobu

Rok	2017	2018	2019	2020
Objem AT	565334	619542	665709	756479
Objem MT	241528	223515	232146	282122
Potřebný čas na výrobu v sekundách AT	10734810	11764135,66	12640774,94	14364355,58
Potřebný čas na výrobu v sekundách MT	6296980	5827355,4	6052377,9	7355323,6
Potřebný čas na výrobu v hodinách AT	2981,89	3267,82	3511,33	3990,10
Potřebný čas na výrobu v hodinách MT	1749,16	1618,71	1681,22	2043,15
Celkový počet směn AT	408,48	447,65	481,00	546,59
Celkový počet směn MT	239,61	221,74	230,30	279,88
Celkem směn	648,09	669,39	711,31	826,47
Procento z AT	63%	67%	68%	66%
Procento z MT	37%	33%	32%	34%
Celkový počet potřebných dní	216	223	237	275

## 5.2 Ušetřené náklady

Další z hlavních důvodů, proč byl zaváděn projekt Kaizen, byl i ten, že firma chtěla ušetřit peníze. Nejvíce by samozřejmě prodělala právě tím, že by celou situaci zvyšujících se objednávek řešila nákupem nové výrobní linky, která vyjde zhruba na 300 000 euro. Což by byl dost velký zásah do nákladů firmy. Dalším nepříjemným faktem by bylo, že nová výrobní linka by vyžadovala další prostory na své umístění.

Peníze byly ušetřeny i díky počtu redukovaných operátorů. Byli redukováni 3 operátoři na směnu, hodinová mzda operátora činí zhruba 4,5 euro a firma pracuje v třísměnném provozu. V roce 2017 tedy na platu operátorů ušetří následující peníze:

$$\text{Mzda}_{2017} = \text{hodinová mzda} \cdot \text{hodin za směnu} \cdot \text{počet operátorů za směnu} \cdot \text{počet směn} \cdot \text{počet pracovních dnů v roce} \quad (21)$$

$$\text{Mzda}_{2017} = 4,5 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 251 = 81\,324 \text{ euro} \quad (22)$$

Firma tedy ročně na platu redukovaných operátorů ušetří 81 000 euro.

## 5.3 Zhodnocení

Z tabulky 10 je patrné, že projekt Kaizen na lince BMW UKL byl úspěšný. Ačkoliv u verze MT se čas cyklu zvýšil, důležitý je fakt, že se zvýšila především produktivita na operátora. U verze AT je zlepšení ještě viditelnější, čas cyklu se snížil o sekundu a produktivita se razantně zvýšila. V roce 2020 sice firma bude muset zvýšit počet pracovních dní tak, aby byla schopna vyrobit požadovaný počet pedálů, hlavním přínosem však je, že nebude muset investovat do nové výrobní linky.

Tento projekt Kaizen na výrobní lince BMW UKL byl již úspěšně ukončen, Kaizen jako takový bude ovšem ve firmě probíhat neustále – malé každodenní změny vedoucí k malým zlepšením, které v průběhu času budou mít velký vliv – to je Kaizen.

## **Závěr**

Diplomová práce se zabývala zaváděním metody Kaizen v podniku Batz Czech s.r.o. na konkrétní výrobní lince. Součástí práce bylo také využití dalších metod Kaizenu – jako je například metoda 5S nebo cyklus PDCA. Cílem diplomové práce bylo pomocí metody Kaizen vybalancovat výrobní linku tak, aby její efektivita vzrostla.

Na základě získaných teoretických informací byla provedena analýza současného stavu výrobní linky v podniku, která vedla k identifikaci problémů a požadavků na jejich vylepšení. Důležitou součástí analýzy bylo především zjištění jednotlivých časů cyklu pro různé verze pedálů. Bylo zjištěno, že se současným výrobním časem cyklu by firma v budoucnu nebyla schopna vyrobit požadovaný objem. Následně tedy došlo k analýze celkové doby operace a na základě informací z této analýzy byl proveden výpočet teoretické potřeby operátorů na výrobní lince. Následovaly analýzy yamazumi diagramů a návrhy na řešení výrobní linky. Finální verze výrobní linky byla ještě před samotným realizováním podrobena zkoušce na tzv. mock-upu.

V závěru práce došlo ke zhodnocení stavů před a po Kaizenu. Ze zhodnocení je patrné, že Kaizen byl ve firmě úspěšně realizován, což může vést a jistě i povede k lepším výkonům nejen výrobní linky, ale i firmy samotné každý den. Cíl diplomové práce byl splněn a výsledky práce přispěly k úspěšné implementaci metody Kaizen ve společnosti Batz Czech s.r.o.

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala firmě Batz Czech s.r.o. a především panu Ing. Vítězslavu Nahodilovi za ochotu a pomoc při tvorbě diplomové práce. Dále děkuji vedoucí diplomové práce paní Ing. Vladimíře Schindlerové, Ph.D. za cenné rady a připomínky.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] IMAI, Masaaki. *KAIZEN: Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. COMPUTER PRESS, 2007. ISBN 8025116210.
- [2] IMAI, Masaaki. *GEMBA KAIZEN: Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. COMPUTER PRESS, 2005. ISBN 80-251-0850-3.
- [3] Kaizen. *Svět produktivity* [online]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>
- [4] BAUER, Miroslav, Inga HABURAINOVÁ a Karel VLČEK. *KAIZEN: Cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [5] Plýtvání (muda) - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 06.04.2017]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/plytvani>
- [6] Demingův cyklus (Deming Cycle, PDCA Cycle) - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 06.04.2017]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/deminguv-cyklus>
- [7] DMAIC - cyklus zlepšování (Improvement Cycle) - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 06.04.2017]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/cyklus-zlepsovani>
- [8] Metoda 5S (5S Method) - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 06.04.2017]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/metoda-5s>
- [9] Paretovo pravidlo (Pravidlo 80/20) - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 06.04.2017]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/paretovo-pravidlo>
- [10] ABC analýza - IPA Slovník - IPA Czech. *Firemní vzdělávání, Inovace, Strategický rozvoj, Výrobní management, Optimalizace výroby, Soft skills - IPA Czech* [online]. Copyright © 2012 [cit. 06.04.2017]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/abc-analyza>
- [11] Co je OEE - Comes OEE. *COMES OEE - Comes OEE* [online]. Copyright © 2017 [cit. 06.04.2017]. Dostupné z: <https://www.oeecz.co-je-oeecz>



[12] Štíhla výroba: Takt time. *Štíhla výroba* [online]. Dostupné z:

<http://www.stihlavyroba.sk/2013/04/takt-time.html>

[13] Využitie metódy Yamazumi v logistike výrobnej firmy. *posterus.sk, portál pre odborné publikovanie* [online]. Copyright © 2008 POSTERUS.sk [cit. 06.04.2017].

Dostupné z: <http://www.posterus.sk/?p=16319>

[14] Metoda kritické cesty - CPM (Critical Path Method) - ManagementMania.com.

[online]. Copyright © 2011 [cit. 06.04.2017]. Dostupné z:

<https://managementmania.com/cs/metoda-cpm>

[15] Firemní zdroje

### **Seznam doporučené odborné literatury**

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: ÚNMZ, 2011. 40 s.

JIRÁSEK, J. A. *Štíhlá výroba*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 80-7169-394-4.

MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě. Metody průmyslového inženýrství*. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 2000. 313 s. ISBN 80-902235-6-7.

SCHULTE, CH. *Logistika*. Praha: Victoria Publishing, a.s., 1994. 301 s. ISBN 80-85605-87-2.

## Seznam tabulek

Tab. 1 Porovnání kaizen a inovací [1] .....	13
Tab. 2 Naměřené časy jednotlivých stanic .....	39
Tab. 3 Objednávky firmy Batz Czech s.r.o. od BMW .....	42
Tab. 4 Soupis činností projektu .....	45
Tab. 5 Incidenční matice .....	46
Tab. 6 Rezervy .....	46
Tab. 7 Teoretický počet operátorů na lince .....	49
Tab. 8 Návrh variant u AT pedálů .....	54
Tab. 9 Návrh variant u MT pedálů .....	55
Tab. 10 Porovnání stavu před a po Kaizenu .....	60
Tab. 11 Výpočet potřebných dní na výrobu .....	60

## Seznam obrázků

Obr. 1 Demingův cyklus .....	18
Obr. 2 Vztah mezi cykly .....	18
Obr. 3 Cyklus DMAIC .....	19
Obr. 4 ABC analýza .....	22
Obr. 5 Graficky znázorněné OEE .....	23
Obr. 6 Batz Czech s.r.o. ....	25
Obr. 7 Sortiment společnosti Batz Czech s.r.o. ....	26
Obr. 8 Pedály vyráběné na BMW lince .....	27
Obr. 9 Design podložek na pedály – AT (vlevo) a MT (vpravo), BMW, BMW Mini a BMW Mini Sporty (od shora dolů) .....	28
Obr. 10 Umístění RS (vlevo) a OCS pružiny u spojky (vpravo) .....	28
Obr. 11 Rozdíl mezi manuálem (vlevo) a automatem (vpravo) .....	28
Obr. 12 Vzdávající objem v budoucnosti .....	29
Obr. 13 MT bracketa (vlevo) a AT bracketa (vpravo) .....	30
Obr. 14 Výrobní linka BMW UKL .....	30
Obr. 15 Stanice 1 .....	31
Obr. 16 MT RHD .....	31
Obr. 17 Stanice 3 .....	32
Obr. 18 Stanice 4 .....	33
Obr. 19 Stanice 5 .....	34
Obr. 20 Stanice 6 .....	34
Obr. 21 Stanice 7 .....	35
Obr. 22 Stanice 8 .....	35
Obr. 23 Stanice 9 .....	36
Obr. 24 Stanice 10 s OCS pedálem .....	36
Obr. 25 Stanice 10 s RS pedálem .....	36
Obr. 26 Příklad nevybalancované výrobní linky .....	37
Obr. 27 Příklad vybalancované výrobní linky .....	38

Obr. 28 Layout firmy .....	40
Obr. 29 Současný layout výrobní linky BMW UKL .....	41
Obr. 30 Procentuální poměr AT a MT typů.....	43
Obr. 31 Část analýzy pedálů .....	49
Obr. 32 Jednotlivé kroky MT verze.....	51
Obr. 33 Jednotlivé kroky AT verze .....	52
Obr. 34 Analýza yamazumi – šipka ukazuje na přesunuté pracovní úkony .....	53
Obr. 35 Verze layoutu.....	56
Obr. 36 Mock-up nové výrobní linky .....	57
Obr. 37 PDCA cyklus ve firmě.....	59
Obr. 38 5S – žluté značení .....	59

## Seznam příloh

Příloha A – Yamazumi diagram současného stavu

Příloha B – Analýza sestavy AT pedálu

Příloha C – Analýza sestavy MT pedálu

Příloha D – Nový layout výrobní linky BMW UKL